

ENTREGABLE NO.1



Problemática ambiental que prevalece en las comunidades pesqueras de Lerma, Seybaplaya, Punta Xen y Sabancuy del estado de Campeche, México.



PROYECTO PRONACES: PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGÍA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACIÓN EN COMUNIDADES RURALES". NÚMERO CONAHCYT 319524.

Índice

1	PRESENTACIÓN	2
	Resumen.	4
2	INTRODUCCIÓN	5
2.1	La actividad pesquera en México	7
2.2	Sitio de estudio.	9
2.2.1	Ubicación geográfica del estado de Campeche.	9
2.2.2	Población y economía	10
2.2.3	Características meteorológicas	11
2.2.4	La actividad pesquera en la Costa de Campeche.	11
2.3	Las comunidades pesqueras en la Costa de Campeche.	13
2.3.1	Comunidad pesquera de Lerma.	14
2.3.2	Comunidad pesquera de Seybaplaya.	28
2.3.3	Comunidad pesquera de Punta Xen	37
2.3.4	Comunidad pesquera de Sabancuy	44
2.3	Problemática de las comunidades pesqueras	50
2.3.1	Problemática social y económica	50
2.3.2	Problemática ambiental	51
2.3.4	Contaminación de las playas de las comunidades por micro plásticos	54
2.4	Problemática ambiental de las comunidades pesqueras generada por el cambio climático.	55
2.4.1	Alteraciones del ciclo hidrológico	57
2.4.2	Riesgo y vulnerabilidad de las comunidades costeras por huracanes	58
2.4.3	Efecto del cambio climático en la disponibilidad del agua.	58
2.4.4	Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación	59
2.4.5	Pérdida de biodiversidad	60
2.5	Sustentabilidad socioambiental	60
3	CONCLUSIONES	62
4	REFERENCIAS	63

1 PRESENTACIÓN

El presente trabajo forma parte de los entregables planteados en el proyecto de investigación titulado: *“Gestión integral de los residuos de una planta de secado termo solar de productos marítimos, implementada en comunidades pesqueras marginadas de Campeche y sus implicaciones en la calidad de vida digna y productiva de la población”*, aprobado en la Convocatoria de Estancia Posdoctoral por México Convocatoria 2023 (1), Modalidad 2, Estancia Posdoctoral de Incidencia.

Este proyecto se circunscribe al Proyecto PRONACES *“Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”*; número CONAHCYT 319524, dirigido por la Dra. Margarita Castillo Téllez, Profesora-Investigadora SIN, Nivel 1, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, responsable del Programa Institucional de Uso eficiente de agua y Manejo de aguas residuales de la Coordinación General de Sustentabilidad de la UACAM.

El proyecto PRONACES, CONAHCYT 319524, plantea que “el sector pesquero y acuícola es fundamental para la generación de alimentos y su contribución a la economía nacional, fortaleciendo, la soberanía alimentaria y territorial. Propone un proyecto de desarrollo sustentable con carácter multidisciplinario que, basado en un análisis para la elaboración de un diagnóstico participativo sobre las necesidades y situación económica, energética, social, climática y cultural de comunidades pesqueras rurales del Estado de Campeche, defina la pertinencia, factibilidad técnica y económica de la instalación de una Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros (captura y acuícola), operada con un sistema energético híbrido (solar-gas LP-biogás) y tecnologías de secado solar directo e indirecto, para su integración y asimilación comunitaria de la localidad rural seleccionada”.

Actualmente, la pesca representa una de las principales fuentes de proteínas para la alimentación de más de tres mil millones de personas en el mundo (FAO, 2024). El aumento sostenido del consumo de productos pesqueros de alto valor comercial ha generado un incremento de los precios y al mismo tiempo ha incentivado la sobreexplotación de estos recursos. Por otro lado, aún persiste el problema de un alto porcentaje de volumen de captura que no se aprovecha y se desperdicia al no cumplir con los estándares que demanda el mercado. El pescado de desecho se traduce en pérdida económica para el pescador, los cuales, sin un manejo adecuado, son fuentes de contaminación de agua, tierra y aire. El pescado posee un contenido de agua del 80% (Jain y Pathare, 2007), por lo que, sin refrigeración, se descompone rápidamente por la acción bacteriana en presencia del agua.

Cabe resaltar que los residuos del pescado no aprovechados para consumo humano representan entre hasta un 60% (FAO, 2024), incluyendo las escamas, las vísceras, la piel, la cabeza y espinazo entre otros. Estos residuos actualmente representan una fuente de materia prima para producir aceites, harinas, alimentos para ganado, aves y peces, productos farmacéuticos y piel para calzado, entre otros.

En este escenario, uno de los objetivos principales de la Planta de secado comunitaria es “analizar la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de las tecnologías de tratamiento de estos residuos, dando un valor agregado que permita su comercialización, que, en el caso de la harina, se cuenta actualmente con un mercado cautivo, principalmente para dotar de alimentos en la actividad acuícola, y debido a la demanda nacional se ha hecho necesaria la importación, teniendo el potencial del procesamiento a nivel nacional”.

El presente trabajo se realizó durante los meses de septiembre y octubre de 2023, y consiste en el diagnóstico de la problemática ambiental y sus consecuencias en las comunidades pesqueras Lerma, Seybaplaya, Punta Xen, y Sabancuy del Estado de Campeche, que forman parte del proyecto PRONACES CONAHCYT 319524. El conocimiento de la problemática ambiental de las comunidades permitirá identificar

RESUMEN.

La zona costera desempeña importantes servicios ambientales y económicos. En ella se conjuga la problemática del ambiente marino y continental. El estado de Campeche, México, localizado en el litoral del Golfo de México, se ha distinguido a nivel nacional por su importancia pesquera de especies como el camarón y el pulpo entre otros. La pesca artesanal es una de las actividades económicas que predomina en la zona costera de Campeche. Las comunidades pesqueras ribereñas son diversas y se diferencian por la variedad de los instrumentos de pesca que utilizan, por el tipo de embarcaciones, las especies de interés y la diversidad de características geográficas, ambientales y socioeconómicas de cada región. La población que se dedica a la pesca ribereña enfrenta una grave disminución en sus volúmenes de pesca, que se ha traducido en el deterioro de su economía, debido a la sobreexplotación de especies de alta demanda comercial y la contaminación local y global. El objetivo del presente trabajo fue conocer la problemática ambiental que prevalece en cuatro comunidades pesqueras del estado de Campeche: Lerma, Punta Xen, Sabancuy y Seybaplaya. La problemática que enfrentan las comunidades objetivo se puede agrupar en tres rubros íntimamente relacionados: su problemática social, su problemática económica y su problemática ambiental; la atención de estos tres aspectos es indispensable para un desarrollo sostenible de la pesquería ribereña. En cuanto a la problemática social y económica, la forma de organización que prevalece en las comunidades genera una disgregación de este sector económico, que da lugar a una diversidad de esfuerzos gremiales, sin objetivos comunes, lo que limita el acceso a apoyos e insumos de producción y servicios financieros, mermando así su desarrollo y productividad. La problemática ambiental que enfrentan las comunidades pesqueras tiene su origen en la contaminación generada por la población y en segundo término los problemas ambientales de origen natural. Las deficiencias en la gestión de los residuos sólidos urbanos, la presencia de industrias y servicios que generan residuos tóxicos han dado lugar a la contaminación del aire, el suelo y el agua de las comunidades. La emisión de gases de efecto invernadero local y global han dado lugar al calentamiento global y al cambio climático. Las características geográficas de las comunidades pesqueras las ubican en una situación de riesgo y alta vulnerabilidad ante el cambio climático que exacerba los fenómenos hidrometeorológicos, siendo los huracanes ciclones, los más peligrosos para la zona costera.

Agradecimientos.

Agradezco el apoyo en la elaboración de este trabajo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, a través del Proyecto PRONACE FOP04-2021-03-319524 “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales” y al CONAHCYT por la beca de estancia posdoctoral otorgada.

2 INTRODUCCIÓN

Actualmente las zonas costeras del mundo concentran más del 50% de la población humana y representan un 20% de la superficie del planeta. La importancia social y económica de esta zona estriba en que abastece el 90% de las capturas mundiales y son el hábitat del 80% de las 13,200 especies de peces marinos conocidas (FAO, 2024).

Los ecosistemas costeros como manglares, arrecifes y pastos marinos proporcionan significativos servicios ambientales: captura carbono, previniendo el calentamiento global, protección de las costas, al disipar entre el 70 y 90% de la energía de las olas, evitando así pérdidas económicas para la industria pesquera y los desarrollos costeros. Una zona costera sostenible, además de servicios ambientales, aporta alimentos, productos naturales y medios de vida a través del turismo entre otros.

Una de las actividades más importantes de las zonas costeras es la pesca y representa una de las principales fuentes de proteínas para la alimentación de más de tres mil millones de personas en el mundo (FAO, 2024). El aumento sostenido del consumo de productos pesqueros de alto valor comercial ha generado un incremento de los precios y al mismo tiempo ha incentivado la sobreexplotación de estos recursos. Por otro lado, aún persiste el problema de un alto porcentaje de volumen de captura que no se aprovecha y se desperdicia al no cumplir con los estándares que demanda el mercado. El pescado de desecho se traduce en pérdida económica para el pescador y también genera un problema de contaminación biológica.

El pescado posee un contenido de agua del 80% (Jain y Pathare, 2007), por lo que, sin refrigeración, se descompone rápidamente por la acción bacteriana en presencia del agua. Las comunidades pesqueras han utilizado distintos procesos tradicionales de conservación de sus productos, como el salado, ahumado y secado, que alargan el tiempo de vida, sin alterar sustancialmente sus características alimenticias.

En este momento, el secado solar es una alternativa sustentable, que contribuye a la reducción de la huella ambiental, frente al alto consumo de energía de los deshidratadores de alimentos que utilizan combustibles fósiles. El uso de tecnologías que hacen más eficiente el aprovechamiento de la energía solar, como los colectores solares y los paneles fotovoltaicos, facilitan la eliminación del contenido de agua del pescado en menor tiempo, sin modificar sus nutrientes, textura, sabor y su color (Chan-González et al., 2021).

En México, la pesca artesanal comercial y de autoconsumo es la base de la economía local de comunidades de pescadores de estados con litoral marino, como el estado de Campeche. Desde su fundación, la pesca ha sido una actividad cardinal para la entidad. Destaca la industria del camarón como fuente de divisas y por su contribución al PIB (30%) dentro del sector primario en las décadas de 1970 y 1980.

La pesca artesanal se caracteriza por utilizar instrumentos de pesca con poco desarrollo tecnológico. Cabe resaltar que estas comunidades pesqueras resienten directamente el impacto del cambio climático, con huracanes devastadores; la contaminación continental y marina y la sobreexplotación de los recursos pesqueros. En años recientes, la sobreexplotación del pulpo maya, caracoles, huachinango, pargo, lisa y mero ha afectado los ingresos de los pescadores debido a la disminución constante del volumen de captura (Peña-Puch et al., 2021). Debido a la sobreexplotación de especies de alta demanda comercial, el incremento de las capturas no representa una vía que favorezca el desarrollo económico y social de las comunidades pesqueras. Así mismo, las malas prácticas pesqueras, que se llevan a cabo para cumplir con la demanda de especies de alto valor comercial, generan daños ambientales que se traducen en pérdidas económicas que afectan el nivel de vida de los pescadores.

En este contexto, se requiere plantear opciones productivas sostenibles, que inciden positivamente en el nivel de vida de la población pesquera. Una de ellas es la incorporación de valor agregado a la pesquería de estas comunidades, mediante la preservación y aprovechamiento de especies de peces pequeños, algunos empleados sólo como carnadas; los productos de capturas no deseados por su bajo valor comercial, debido a su tamaño o algún tipo de deterioro. También se incluyen las partes que se desechan y que representan más del 50% del peso del pescado: cabezas, huesos, escamas, pieles y vísceras (FAO, 2024). La inadecuada disposición de estos desechos da lugar a contaminación biológica tanto, del suelo como del mar, a malos olores y a la reproducción de vectores portadores de enfermedades infecciosas.

La planta de secado comunitaria se plantea como alternativa de empleo y de ingresos económicos para los pescadores y su familia. Esta propuesta se sustenta en la utilización de fuentes de energía solar para la obtención de productos y subproductos del secado de pescado y sus partes no aprovechadas.

El objetivo del presente trabajo fue conocer la problemática ambiental que prevalece en las cuatro comunidades pesqueras del estado de Campeche: Lerma, Punta Xen, Sabancuy y Seybaplaya. Además de la información documental, se realizaron visitas y se aplicaron encuestas a pescadores y a su familia para la obtención de información socioeconómica y sobre sus capturas.

2.1 La actividad pesquera en México

El pescado de captura proporciona proteínas de alta calidad y minerales como el fósforo, magnesio, selenio y yodo. Aporta a la dieta alimenticia aminoácidos esenciales y las grasas Omega-3. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) en los próximos 30 años, el consumo de pescados y mariscos superará a otros alimentos cárnicos, como los derivados del ganado porcino, del vacuno y de las aves de corral (FAO, 2024). En México la proteína derivada de productos pesqueros de mayor consumo es la sardina y la mojarra (4.8 y 2.1 kg). El contenido de proteínas varía desde 5.9 g para la trucha hasta 8.2 g de la cabeza de pescado. El camarón seco y seco-salado tienen 7.5 g. El charal que tiene el valor más alto de contenido de proteína de 8.2g.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca México ha presentado un incremento importante en el consumo per cápita de pescados y mariscos, pasando de cerca de 9 kg/habitante /año. registrado en 2012 a cerca de 13.75 kg/habitante /año en 2019. Sin embargo, el consumo de pescado se encuentra por debajo del promedio mundial de 18 kg/habitante /año. En 2019, países con grandes extensiones litorales como Brasil, la India y Argentina registraron un consumo limitado de pescado (8.75, 6.76 y 7.17 kg/habitante /año. respectivamente), por debajo del consumo que registra México (CONAPESCA, 2019).

El pescado contiene nutrientes esenciales para el crecimiento de niños y jóvenes. Aporta proteínas con aminoácidos de alta calidad y ácidos grasos Omega-3; contiene minerales como calcio, hierro, yodo, zinc y fósforo, así como vitaminas A, D y E y vitaminas del grupo B; pocas calorías, el contenido calórico de los pescados es relativamente bajo y oscila entre 70-80 Kcal en los pescados magros y 120-200 Kcal en los grasos o azules por cada 100 gramos por lo que ayuda al control de la obesidad y finalmente es la fuente alimenticia principal del ácido docosahexaenoico (DHA), ácido graso esencial poliinsaturado de la serie omega-3, beneficiosos para el corazón (CONAPESCA, 2019).

De acuerdo con datos de INEGI 2020, la producción pesquera y acuícola de México fue de 1.7 millones de toneladas, y una producción acuícola de 431,000 toneladas, desarrollada en 125,000 hectáreas. México cuenta con 66 puertos marítimos y 76,000 embarcaciones. Ocupa el 15 lugar mundial de producción mundial pesquera y acuícola, el segundo lugar en captura de pulpo y el octavo lugar en camarón. En 2020, la población de México era de 127.8 millones de habitantes, con 55.4 millones de mexicanos económicamente activos, de los cuales sólo 146,603 habitantes se dedican a la actividad pesquera y acuícola.

En 2018 la producción pesquera de captura fue de 1.6 millones de toneladas con la siguiente distribución: 40% de sardina, 10% de camarón, 8% de atún, 5% Tilapia, 3% de calamar y el 34% restante correspondió a 270 especies. En México se explotan las especies marinas con alto valor comercial, devolviendo al mar o desperdiciando un porcentaje considerable de alimentos que pueden ser aprovechados. En cuanto a la producción pesquera por regiones, en México se divide en cinco regiones: Noroeste, Noreste, Centro Occidente, Centro y Sur-Sureste. La producción de pesca por captura y acuícola, considera las del Pacífico, del Golfo y Caribe y producciones sin litoral. La del Pacífico contribuye con el 85% de captura y el 15% de acuicultura, la del Golfo y Caribe; 77% captura y 23% acuicultura, la producción sin litoral 89% acuícola y 11% de captura (CONAPESCA, 2019).

En las comunidades pesqueras de la costa mexicana predomina la pesquería convencional. Más del 90 % de las embarcaciones pesqueras son catalogadas como flota pequeña. (Peña-Puch et al., 2021). El predominio del interés de los grandes capitales y sus negocios pesqueros, dueños de congeladoras, bodegas, transporte y conocimientos de mercado, llevó a la pesquería marítima y a la ribereña a la tecnificación de los procesos de captura, lo que permitió acrecentar significativamente los niveles de pesca y al mismo tiempo generó la depredación de los recursos, pasando por alto las temporadas de las vedas, que los niveles biológicos de los niveles biológicos de reproducción de los recursos marinos. La producción tecnificada orientada al mercado propició la sobre explotación de especies de alta demanda y alto valor comercial como el camarón, pulpo, mojarra, pargos, corvina, robalo y cazón (Peña-Puch et al., 2021).

Derivada de la problemática descrita, la pesquería ribereña actualmente enfrenta graves problemas que merman la calidad de vida de su población.

2.2 Sitio de estudio.

2.2.1 Ubicación geográfica del estado de Campeche.

El Estado de Campeche se ubica en la región sureste del territorio mexicano y forma parte de la península de Yucatán, posee una extensión territorial de 57,507 km², que representa el 2.9% del territorio mexicano. Colinda al norte con el Golfo de México y el Estado de Yucatán, al este con el Estado de Quintana Roo y con Belice, al sur con Tabasco y la República de Guatemala y al oeste con Tabasco y el Golfo de México (Figura 1). En general la vegetación del estado de Campeche corresponde a la selva tropical y cubre más del 80% del territorio (INEGI, a2021).

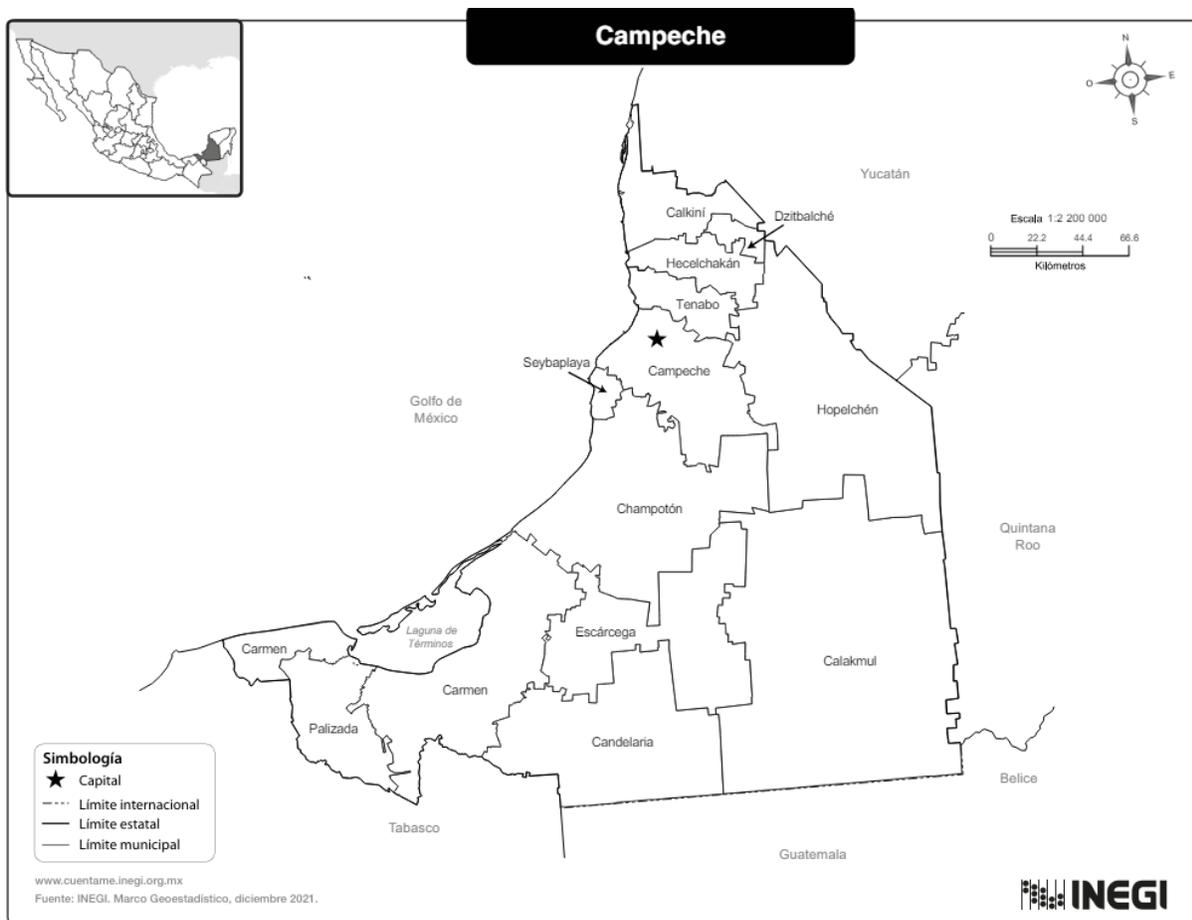


Figura 1. Localización del Estado de Campeche y sus municipios.

2.2.2 Población y economía.

El estado de Campeche está formado por 13 municipios, su población es de 948,459 habitantes, que corresponde al 0.8% del total del país (Tabla 1). Sus principales ciudades son: San Francisco de Campeche, capital del estado (294,077 hab.), Ciudad del Carmen (248,845 hab.) y Champotón (78,170 hab.) Se tiene un estimado de 248,845 viviendas con una ocupación promedio de 3.6 personas/ casa. El 10.45% de la población del estado es de habla indígena con los siguientes porcentajes: Maya 77.2%; Chol 12.5% y con un 2.08% de población afro-mexicana (INEGI, a2021).

Tabla 1. División geoestadística municipal, coordenadas geográficas y altitud de las cabeceras municipales.

Clave	Municipio	Cabecera municipal	Latitud norte			Longitud oeste			Altitud (msnm)
			Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
010	Calakmul	Xpujil	18	30	19	89	23	50	263
001	Calkiní	Calkiní	20	22	16	90	03	03	13
002	Campeche	San Francisco de Campeche	19	50	41	90	32	23	05
011	Candelaria	Candelaria	18	11	00	91	02	47	46
003	Carmen	Ciudad del Carmen	18	38	16	91	50	11	00
004	Champotón	Champotón	19	21	22	90	43	26	10
013	Dzitbalché	Dzitbalché	20	19	15	90	03	25	13
009	Escárcega	Escárcega	18	36	16	90	43	55	84
005	Hecelchakán	Hecelchakán	20	10	37	90	08	04	14
006	Hopelchén	Hopelchén	19	44	44	89	50	42	89
007	Palizada	Palizada	18	15	13	92	05	27	00
012	Seybaplaya	Seybaplaya	19	38	21	90	41	18	03
008	Tenabo	Tenabo	20	02	23	90	13	33	08

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020.

La economía del estado de Campeche es diversa, cuenta con sectores productivos como la extracción petrolera, turismo, agricultura, pesca y la industria manufacturera. El estado de Campeche, tiene una vocación productiva basada en la extracción de hidrocarburos en las más de 100 plataformas con las que se cuenta dentro de las aguas de la Sonda de Campeche. Campeche cuenta con Cantarell, el yacimiento petrolífero más grande de México, que a su vez está integrado por los campos Nohoch, Chac, Akal, Kutz, Ixtoc y Sihil. Para el año 2020 la minería petrolera, aportaba el 79.76 por ciento del valor agregado bruto del PIB estatal, el subsector de la extracción de petróleo y gas aportó el 98.3 por ciento del valor de 2020 (PEDDEC, 2022).

Parte fundamental de su economía es el sector servicios y el comercio. A nivel estatal, la población económicamente activa alcanza el 59.94% del total. Del porcentaje total de personas ocupadas en el estado, el 20.5% se encuentra en el sector primario y de este, el 71.1% corresponde a la actividad agrícola; el 20.5% a la actividad pecuaria y el 8.4% restante a la pesca. Durante la temporada de veda de los productos de alto valor comercial, la población pesquera ve mermado sus ingresos. Así, más de las tres cuartas partes de la población de este sector (el 76.92 %) busca otros trabajos remunerados cuando la pesca escasea. Las ocupaciones más reportadas fueron la agricultura (35%), empleados en pequeños negocios (30%), el comercio (30%) y la albañilería (10 %) (INEGI, b2021).

Actualmente en Campeche, existe una creciente actividad productiva basada en el procesamiento y secado de un importante número de alimentos como el maíz, sorgo, semilla de calabaza, pescado y chile entre otros. Esta actividad se desarrolla en unidades operadas por asociaciones de productores que utilizan el secado tradicional a cielo abierto.

2.2.3 Características meteorológicas

En el Estado de Campeche se presentan tres tipos de climas; cálido húmedo, cálido subhúmedo, sus temperaturas ambientes mínimas oscilan entre 18 y 21.3 °C y las máximas entre 29 y 36 °C. En el estado predomina el clima cálido subhúmedo, que se presenta en el 90.8% de su territorio, el 9.2% presenta clima cálido húmedo localizado en la parte este del estado. La temperatura media anual es de 26 a 27°C. La temperatura más alta es mayor a 30°C y la mínima de 18°C. Las lluvias son de abundantes a muy abundantes durante el verano. La precipitación total anual varía entre 1 200 y 2 000 mm y en la región norte, de clima semiseco, es alrededor de 800 mm anuales. Las temperaturas medias más altas se presentan a las 21:00 horas, perteneciendo al lapso caluroso de 14:00 a 24:00, presentándose temperaturas entre los 23 y 33°C, con alta intensidad de la radiación solar, que favorecen al proceso de secado solar de productos pesquero y agropecuarios (INEGI, a2021).

2.2.4 La actividad pesquera en la Costa de Campeche.

En el estado de Campeche, con una extensión de litoral de 425 km, que representa el 3.8% del total nacional, las actividades pesqueras se realizan principalmente en Ciudad del Carmen, Arroyo Grande, Lerma, Barrio de San Francisco, Champotón, Isla Arena, Kila (Lerma) y Siete de Agosto. Ocupa el sexto lugar a nivel nacional en volumen de pesca y el séptimo lugar en valor en producción pesquera, contribuyendo con el 3.8% del total nacional, con un incremento del 17% del periodo de 2009 (2,24%) a 2018 (3.20%) y una aportación al PIB del 2.71%. Campeche cuenta con una vasta plataforma continental, con abundantes ecosistemas marinos como lagunas costeras, pastos marinos y petenes (CONAPESCA, 2022).

La pesca en el Estado de Campeche se enfrenta a las mismas condiciones adversas de otras regiones costeras del país: bajo volumen de captura, sobreexplotación de especies con alto valor comercial, la falta de recursos y servicios. Aunque el Estado de Campeche aporta el 4.5 % del valor de la producción pesquera nacional, su producción pesquera carece de procesos que aporten valor agregado a sus productos, lo que limita el acceso a otros mercados y a precios que favorezcan a la comunidad.

En los últimos años la producción pesquera del estado se ha mantenido dentro de un rango de estabilidad, sin picos significativos de alta o baja, por lo que los pescadores únicamente se han visto beneficiados con el incremento del valor de la producción de las principales pesquerías como son: pulpo, jurel, camarón y caracol (Gómez, 2010).

La pesca en el estado de Campeche es una actividad económica y social de gran relevancia por el número de pescadores y embarcaciones que participan de manera directa, la cual contribuye en la generación de empleos y seguridad alimentaria, tanto a nivel local como nacional, ya que gran parte de la producción se destina a las capitales de los estados densamente poblados del del país, como la Ciudad de Monterrey; México; León y Guadalajara (Peña-Puch et al., 2021).

La pesca es una industria que genera alrededor de mil 651 millones de pesos al año en el estado de Campeche. La producción anual en 2017 fue de 53,337 toneladas. En los últimos 10 años, la Tasa Media de Crecimiento Anual de la producción fue de 5.23%. En cuanto a su infraestructura pesquera cuenta con un total de 3,517 embarcaciones: 3,401 son embarcaciones ribereñas activas y 116 embarcaciones mayores activas para la captura de camarón 108 embarcaciones y para la captura de escama 8 embarcaciones. Cuenta con 26 plantas pesqueras y 114 unidades de producción acuícola que dan empleo a 12,135 pescadores (CONAPESCA, 2022).

En cuanto a la producción acuícola, su producción principal se produjeron 3,234 ton, correspondiendo a 2,734 de Mojarra, 276 de camarón y 223 de ostión, siendo una participación nacional del 4.68%. Por otro lado, en lo referente a la industrialización, de la producción total de 66,969 ton, se procesaron 35,136 de producto fresco y se obtuvo una producción de 24,956 ton, con una merma de 10,180 ton, siendo un porcentaje de residuos del 29%. El 90% del pulpo capturado se congela y representa el 55.6% de la producción estatal de congelados (CONAPESCA, 2022).

El estado de Campeche es uno de los diez estados con que más aporta a la producción pesquera nacional. Las principales especies de su pesquería son el jurel, pulpo, caracol y camarón. Estas cuatro especies sumaron una producción en peso vivo de 50,830 ton y 52,505 en los años 2020 y 2021 respectivamente, con un incremento de 3% en ese periodo. El pulpo presentó el mayor incremento con un 59%, el caracol presentó un incremento de 28% y el camarón un 15%. Solo el jurel presentó una disminución de -6% durante ese periodo.

En orden de participación de las principales especies en la producción pesquera de la identidad es pulpo, jurel, caracol y camarón, con 28.76%, 13.88%, 12.71% y 5.96% respectivamente (CONAPESCA, 2022).

El estado de Campeche ocupó el séptimo sitio de importancia de las entidades por su participación en el volumen de la producción pesquera nacional en peso vivo en volumen de toneladas, en 2021. En ese año su volumen fue de 52, 504 toneladas. Superando a los estados de Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. En el mismo año superó a las mismas entidades del litoral del Golfo de México y el Caribe, con un volumen de 49,516 toneladas en peso desembarcado a nivel nacional (CONAPESCA, 2022).

2.3 Las comunidades pesqueras en la Costa de Campeche.

El estado de Campeche, localizado en el litoral del Golfo de México, se ha distinguido a nivel nacional por su importancia pesquera de especies como el camarón y el pulpo entre otros. Las comunidades pesqueras de Campeche son diversas y se diferencian por la variedad de los instrumentos de pesca que utilizan, por el tipo de embarcaciones, las especies de interés y la diversidad de características geográficas, ambientales y socioeconómicas de cada región.

Chan-González et al., (2021), identificaron ocho comunidades pesqueras que denominaron sistemas socio-ecológicos: Isla Arena, ubicada en el municipio de Calkiní, Lerma, ubicada en el municipio de Campeche, Seybaplaya, ubicada en el municipio de Seybaplaya, Champotón, ubicada en el municipio de Champotón y las comunidades ubicadas en el municipio de Carmen: Sabancuy, Isla Aguada, Carmen y Atasta. En las cinco primeras predomina la pesca del pulpo maya durante los meses de agosto y diciembre, el resto del año realizan captura de caracol (marzo-julio), cazón y escama marina todo el año. En Isla Aguada, Carmen y Atasta predomina la pesca de jaiba, camarón de siete barbas y escama marina todo el año.

En este trabajo nos enfocaremos en cuatro comunidades pesqueras de distintas características en su población de pescadores, su flota pesquera, sus artes de pesca, capturas y la organización al interior de su comunidad. El conocimiento de sus particularidades permitirá entender la problemática ambiental que enfrentan y plantear alternativas de mitigación.

2.3.1 Comunidad pesquera de Lerma.

La comunidad de Lerma y su puerto industrial pesquero forman parte del municipio de Campeche. Esta comunidad se localiza en la zona centro del estado, a 8 Km. de distancia de la capital del estado en dirección suroeste en latitudes norte $19^{\circ}48' 22''$ y oeste $90^{\circ} 36' 14''$ (Figura 2). Esta comunidad de agricultores y pescadores debe su nombre a don Juan de Lerma, quien contribuyó con armas, tropas y financiamiento para la Conquista de la península de Yucatán encabezada por Francisco de Montejo (INEGI, c2017).

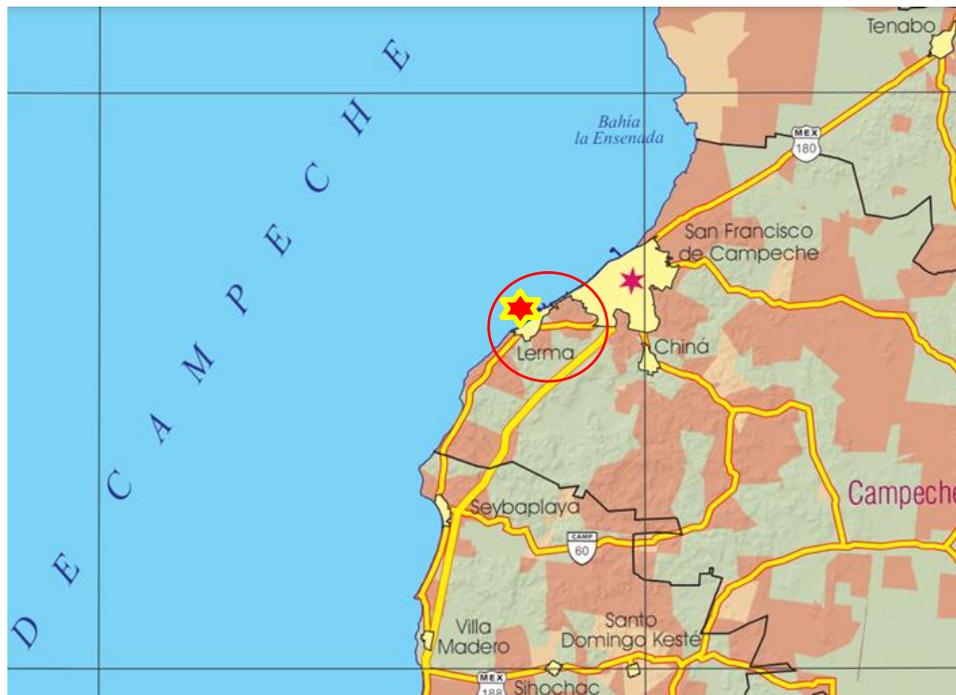


Figura 2. Localización de la comunidad pesquera de Lerma (INEGI, 2020)

La comunidad de Lerma colinda al este con la ciudad de Campeche, al norte y oeste con el Golfo de México y al sur con el municipio de Champotón. El puerto de Lerma está considerado como puerto industrial pesquero.

Clima

El clima predominante es cálido subhúmedo, con temperatura máxima de $43^{\circ} C$ y mínima de $11^{\circ}C$, durante los meses de mayo y enero respectivamente, y una temperatura promedio es de $27.2^{\circ} C$. La precipitación promedio anual es de 10.56 mm. La dirección del viento dominante es del este (E) con velocidad promedio de 6.2 nudos, siendo la máxima de 16 y la mínima de 2.9 nudos, registrados en los meses de noviembre y febrero, respectivamente (INEGI, 2017).

Vegetación

Por su ubicación, en esta comunidad la vegetación predominante consta de pastizales y manglares, propios de la zona de transición entre la selva tropical del Petén y la selva baja de árboles y arbustos caducifolios en verano.

Población

De acuerdo con el INEGI (2020) la población total de Lerma era de 8,971 habitantes, cuya principal actividad económica es la pesca para consumo familiar. También es visitada por turistas locales y foráneos (Figura 3).



Figura 3. Mirador turístico de la comunidad de Lerma.

Conectividad carretera.

La comunidad de Lerma se conecta por la carretera federal 180 con la Capital del estado y la comunidad pesquera de Seybaplaya, ubicada a 20 kilómetros de distancia. También cuenta con un acceso por la Carretera Federal de Champotón-Mérida para el acceso de vehículos pesados al puerto.

Instalaciones portuarias.

En el sitio opera un puerto llamado “Castillo Bretón”, utilizado por Petróleos Mexicanos y por la Unidad Pesquera de Lerma. Catalogado como puerto de altura, pesca y cabotaje (Figura 4). Su actividad principal es la pesca de altura, principalmente de camarón. Este puerto cuenta con el certificado de cumplimiento del Código Internacional de Protección a Buques e Instalaciones Portuarias de la ONU y da servicio durante el año a 120 embarcaciones de 21 metros de eslora.

Lerma registra 96 barcos camaroneros y dos de altura.



Figura 4. Vista panorámica del puerto de Lerma.

Capitanía de puerto de Lerma se localiza en la Carretera Lerma, Campeche, la Administración Portuaria Integral (API) de Campeche, es una empresa mercantil de participación mayoritaria del Gobierno del Estado de Campeche a la cual el Gobierno Federal le otorga la concesión de distintos Puertos, terminales y áreas portuarias (Figura 5).



Figura 5. Edificio de oficinas de la Administración Portuaria Integral (API) de Lerma, Campeche.

La API también administra el refugio pesquero de Kila-Lerma, donde los pescadores realizan el desembarque y arribo de su pesca de forma cotidiana. Algunos pescadores realizan en este sitio la limpieza y fileteado del pescado. Es el sitio principal donde los pescadores resguardan sus embarcaciones durante el mal tiempo (Figura 6).



Figura 6. Acceso al refugio pesquero de Kila-Lerma, administrado por la API.

En los últimos años los pescadores han visto disminuido su ingreso por el incremento de obligaciones contributivas del puerto, al ser catalogado como puerto de altura, pesca y cabotaje por la Administración Portuaria Integral que lo administra. Los pescadores enfrentan problemas con las autoridades portuarias al no contar con los ingresos necesarios para pagar las obligaciones tarifarias que les impone el uso de un puerto clasificado como de cabotaje y altura, llegando al extremo de impedirles la realización de sus actividades. Esta situación los ha llevado a solicitar su reclasificación como puerto pesquero que propicien mayores oportunidades de empleo y mejoren las condiciones de vida de los trabajadores del lugar.

La Terminal de Almacenamiento y Distribución.

En Lerma se encuentra emplazada la Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAR) de PEMEX que se encarga de recibir, almacenar, distribuir y comercializar productos petrolíferos en el estado de Campeche y sur de Yucatán. Cuenta con una serie de tanques de almacenamiento de combustible pertenecientes a los instalados en lo alto de una colina frente al mar, a una altura de 55 m. (Figura 7).



Figura 7. La Terminal de Almacenamiento y Distribución de Lerma.

El manejo y transporte de combustibles implica el riesgo de fugas o derrames durante las maniobras de carga y descarga como se aprecia en la Figura 8.



Figura 8. Tanque que transporta combustóleo, con indicios de un derrame durante las maniobras de carga y descarga.

Actividad económica de la población.

En la comunidad de Lerma el 55% de las personas en los hogares contribuyen a la economía familiar desempeñando actividades diversas, siendo la pesca la actividad principal y la que portan mayores ingresos para el sustento a un número importante de familias campechanas (Figura 9). La pesca en Lerma abarca una amplia variedad de especies siendo las principales la pesca de camarón y pulpo. El valor comercial de las especies pesqueras de la comunidad de Lerma, se puede dividir en dos grupos: el de especies de importancia comercial donde se incluye el tiburón, el pulpo, la sierra el robalo y el caracol, con un bajo volumen de captura de estas especies los pescadores aseguran un buen ingreso. Por otro lado, están los de bajo valor económico que incluye las especies de escama marina. Con estas especies los pescadores buscan capturar importantes volúmenes para obtener un ingreso apropiado. La pesca de escama agrupa especies como jurel, pargo, chac-chic, corvina, mero, rubia, canané, mojarra y pargo. Las especies con bajo volumen de captura son el bonito, jurel, camarón y cazón (Chan-González et al., 2021).



Figura 9. Mercado local de la comunidad de Lerma.

La alta demanda y los altos precios de productos pesqueros como el pulpo han generado la pesca ilegal y la sobre explotación aun en tiempo de veda, mediante artes pesqueras ilegales como el buceo con compresora apoyado con el empleo de un arpón. Otra arte ilegal es el uso de arrecifes artificiales georreferenciados no autorizados, que sirven como trampas de todo tipo atraen a la hembra del pulpo. La pesca ilegal genera conflictos en las comunidades pesqueras (Crespo et al., 2019) debido, entre otras cosas, a la competencia desleal, ya que un pescador legal logra capturar 25 kg de pulpo al día y mientras que un buzo ilegal captura más de 100 kg.

La figura 10 muestra gráficamente las especies que más aportan a la economía pesquera, en la que destacan el robalo y el pulpo.

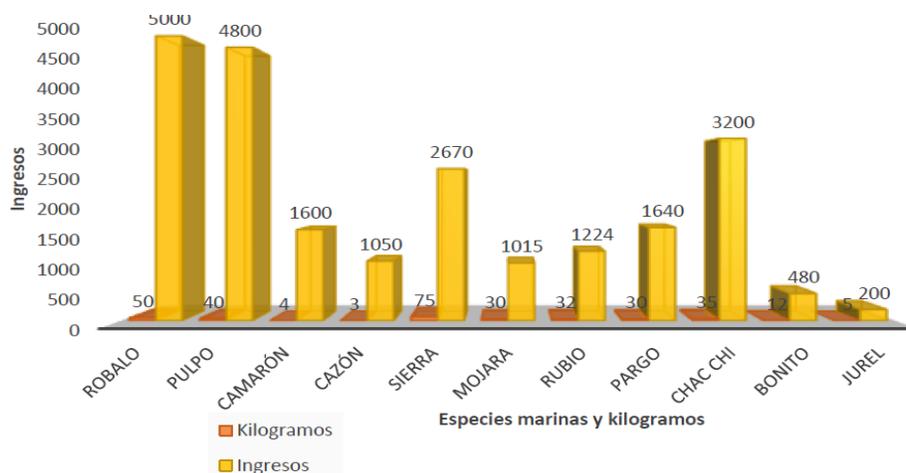


Figura 10. Especies marinas capturadas e ingresos en la comunidad de Lerma.

Además de la actividad pesquera, Lerma se caracteriza por la producción agrícola del chicozapote, semilla de calabaza, arroz palay, sandía cambray y chile verde jalapeño.

Turismo

El turismo en la comunidad de Lerma ha presentado un impulso en los últimos años con la construcción del Tren Maya, que busca fomentar el crecimiento de esta actividad, aprovechando los sitios coloniales y la riqueza de los sitios arqueológicos Mayas. Destaca el balneario Playa bonita, que ofrece servicios turísticos de calidad para el turismo local y extranjero. Este balneario ha enfrentado afectaciones naturales por el arribo de sargazo y pasto marino (Figura 11), así como el derrame de combustóleo utilizado en la planta termoeléctrica de Lerma en 2023.



Figura 11. Playa bonita, principal balneario de la comunidad de Lerma.

Servicios de drenaje

Lerma no cuenta con drenaje que separe el agua pluvial de las aguas residuales generadas en los hogares y los negocios. La comunidad solo dispone de un sistema de drenaje pluvial conformado por una red de canales naturales y drenes. Para reducir el riesgo de inundación y encharcamiento, se requiere, a lo largo del año, un mantenimiento preventivo y correctivo del drenaje pluvial a fin de mantenerlo en óptimas condiciones ante cualquier evento climatológico, pronosticado o repentino. El de desazolve previene de los riesgos que esto implica para las personas, la ciudad y sus bienes la acumulación de sólidos, que reduce significativamente la capacidad de desalojo del sistema al momento de una lluvia torrencial (PEDDEC, 2022). Disponer de un servicio que drene las aguas sucias y provea un correcto saneamiento forma parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para ampliar el derecho a la salud y a un medio ambiente limpio. El municipio de Campeche enfrenta el problema de bajos niveles de tratamiento de las aguas residuales. Aunque

la ciudad cuenta con 25 plantas de tratamiento, únicamente tres de ellas se encuentran en operación, lo cual resulta en que sólo el 11% de las aguas residuales reciben tratamiento. Los usuarios consideran que es necesario mejorar el servicio de drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales (PEDDEC, 2022). Se han identificado coladeras tapadas por acumulación de desechos, así como deficiencias en la red pública de drenaje y la falta de tratamiento de aguas residuales.

Abastecimiento de agua y servicio de drenaje

En el estado de Campeche el 7.1 % de la población no tiene acceso a la red de agua potable. Localidades enteras en los municipios de Calakmul y Candelaria carecen de este derecho (PEDDEC, 2022).

El abasto de agua en Lerma, para consumo humano, está a cargo del organismo de agua potable de Campeche. El consumo humano es un factor fundamental a la hora de garantizar el bienestar y la salud de las personas. El consumo de agua en el municipio de Campeche es de 500 litros diarios per cápita y la mayoría de la población (96%) cuenta con acceso al servicio de agua potable. Sin embargo, el Sistema municipal de Agua potable y Alcantarillado de Campeche (SMAPAC), organismo descentralizado de la administración pública del Municipio de Campeche, estima que el abastecimiento de agua potable solo cubre entre 80 y 85% del total de la mancha urbana. Adicionalmente, el servicio no es continuo en todas las colonias, las autoridades consideran que 70% de las viviendas conectadas reciben una cobertura las 24 horas del día y el resto se suministra de forma intermitente y alterna entre 4 a 5 horas al día. En promedio, los habitantes sólo reciben el agua 17.2 horas al día (INEGI, b2021).

Servicios de salud.

La Secretaría de Salud del estado de Campeche se encarga de brindar los servicios de salud a la comunidad de Lerma. La esperanza de vida general de la población es de 76.1 años, situándose por arriba de los niveles definidos por los estándares de la ICES. Si se desagrega por sexo, la esperanza de vida masculina es de 73.8, mientras que la femenina es de 78.3 años. La tasa de mortalidad de niños menores de 5 años es de 15.5 por cada 1,000 niños. Dicho valor está muy por debajo de las ciudades con un tamaño similar de población (INEGI, b2021).

La comunidad de Lerma cuenta con un centro de salud e instalaciones de salubridad que ofrecen servicios médicos y primeros auxilios, para su posterior atención en instituciones privadas o de gobierno del estado u otras ciudades de la república.

Centros educativos

Lerma cuenta con centros educativos para la educación básica, media y superior. Destaca el Instituto Tecnológico de Lerma, que se fundó el 2 de septiembre de 1988. En la actualidad el Instituto Tecnológico de Lerma, oferta 6 carreras: Ingeniería Mecánica, Electrónica, en Acuicultura, en Mecatrónica, en Gestión Empresarial e Ingeniería en Administración; contando

con 27 aulas, distribuidas en 10 edificios, entre los que se encuentran 5 laboratorios, 2 talleres, así como áreas productivas, de investigación, canchas deportivas y espacios de esparcimiento.

Central termoeléctrica de Lerma

En la comunidad d Lerma la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se encarga de la generación y distribución de la energía eléctrica. Campeche no cuenta con instalaciones de generación propia con fuentes renovables. Las viviendas compran gas LP por medio de pipas y tanques a empresas privadas.

En la comunidad de Lerma, se instaló el 9 de septiembre de 1976 la Central Termoeléctrica de Lerma, con la finalidad de proveer de suficiente energía eléctrica a las entidades como Campeche y Quintana Roo. Cuenta con una capacidad efectiva de 150 MW y una generación bruta de 429 Giba Watts/hora. Funciona a base de combustóleo, que al quemarse genera emisiones tóxicas de vanadio y plomo, entre otras. Cuenta con dos tanques de almacenamiento de combustible para su funcionamiento (Figura 12).



Figura 12. Acceso principal de la Central Termoeléctrica de Lerma.

A 47 años de su puesta en marcha, la población aledaña a esta central se ha visto afectada en su salud y en sus actividades de pesca y turismo. La operación de la Central Termoeléctrica de Lerma (CTL) presenta emisiones de gases contaminantes que exceden los valores considerados como normales cuando se trata de combustóleo (Figura 13). Para el dióxido de carbono la tasa de emisión de la CTL es de 963 y excede un %; para el dióxido de azufre es de 23 y excedan un %. Para los óxidos de nitrógeno la tasa está ligeramente por debajo de la normal (Vargas-Canto et al., 2023).

Estos contaminantes, durante 47 años, han impactado en la salud de la población y en el medio ambiente. El dióxido de carbono causa diversos daños a la salud como la discapacidad para respirar, dolor de cabeza, mareo, sudor y fatiga; bajo rendimiento mental, afecciones cardiacas y problemas visuales.



Figura 13. Vista general de la Central Termoelectrica de Lerma

En el medio ambiente es un gas de efecto invernadero por lo que favorece la intensidad y frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos como el incremento de fenómenos de erosión en zonas costeras propicia la lluvia ácida. El dióxido de azufre causa dificultad para respirar, inflamación de las vías respiratorias, irritación ocular, alteraciones psíquicas y colapso respiratorio. De igual forma es un gas de efecto invernadero que contribuye al deterioro ambiental generado por el cambio climático (Vargas-Canto et al.,2023). Otro problema ambiental que genera la operación de la CTL tiene que ver con los derrames de combustóleo durante el manejo de este combustible. En años recientes los derrames accidentales han contaminado la playa del balneario conocido como Playa Bonita, lo que ha generado afectaciones económicas en la comunidad (Figura 14).



Figura 14. Publicaciones periodísticas con noticias de los daños generados por el derrame de combustóleo en la CTL

Riesgos socioambientales de la comunidad pesquera de Lerma.

Un riesgo ambiental se define como el o los daños potenciales que se pueden generar en el ambiente, debido a fenómenos naturales o a la acción humana. La magnitud del riesgo ambiental depende de la probabilidad de que se presenten estos eventos (Padilla, 2020). Existen riesgos ambientales naturales originados por fenómenos propios de la naturaleza y riesgos ambientales antrópicos provocados por la acción del hombre, como pueden ser la destrucción de la capa de ozono, la deforestación, los vertidos de aguas residuales, los incendios provocados, los escapes químicos o las explosiones (Figura 15). La fórmula del Riesgo involucra dos aspectos que pueden incrementar el riesgo o disminuirlo; $\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad} \times \text{Vulnerabilidad}$; donde la peligrosidad representa la probabilidad de ocurrencia de una anomalía, natural o antropogénica, que puede presentarse en un tiempo y un espacio específico generando efectos negativos al ambiente, a la población o a sus bienes. Y la vulnerabilidad concierne la propensión de un sujeto o un elemento físico a sufrir un daño por acciones externas (Padilla, 2020).

Se han identificado condiciones que representan un riesgo para la población de Lerma, derivadas de sus condiciones física y sociales:

Persiste el riesgo geológico, que se relaciona con las características intrínsecas del terreno kárstico predominante en la península de Yucatán, que puede dar lugar a hundimientos y grietas en edificaciones y calles.

El riesgo hidrometeorológico se manifiesta con encharcamientos e inundaciones repentinas en la vía pública. En la zona cercana a la costa el riesgo de inundación es mayor. De acuerdo con los resultados del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019), el Municipio de Campeche y la comunidad de Lerma presenta un índice de población susceptible a inundaciones superior a 0.5, es decir, la población de la comunidad es susceptible a sufrir las consecuencias generadas por eventos hidrometeorológicos, principalmente por ciclones tropicales que impactan de mayo a noviembre.

Debido a su vecindad con el mar, la comunidad de Lerma está altamente expuesta a los embates de fenómenos meteorológicos extremos, los cuales se espera aumenten en intensidad y frecuencia en los próximos años debido a los efectos del cambio climático (INECC, 2019).

Se considera una comunidad altamente expuesta a los huracanes, y en particular a las inundaciones que éstos provocan, sobre todo aquellas de origen costero. Tal hecho no se materializa en un alto riesgo de muertes por desastres naturales, ya que en general los vientos y las lluvias que se observan en la zona suelen ser de baja intensidad. Sin embargo, el número de personas afectadas y los daños materiales que se derivan de los fenómenos meteorológicos son generalmente cuantiosos e incluso preocupantes si se presentase un huracán de fuerza inusual. es probable que para el año 2050 los daños ocasionados por estos fenómenos serán del doble de los observados actualmente, lo cual es preocupante en términos de fatalidades y volvería la situación insostenible en términos económicos ya que un solo evento extremo podría llegar a destruir hasta un 15% de la renta anual asociada a la ciudad. Por ello, es importante tomar medidas que ayuden a mejorar la resiliencia y la vulnerabilidad de la ciudad para que así se logre minimizar la posibilidad de un desastre mayor en la ciudad (INECC, 2019).



Figura 15. Descargas directas de aguas negras al mar.

El riesgo químico-tecnológico es permanente entre la población de Lerma, por la presencia de los tanques de almacenamiento de PEMEX y de las gasolineras (Figura 16), por el combustible utilizado en la operación de la Central Termoeléctrica, por las líneas de alta tensión y la gasolina que utilizan las embarcaciones pesqueras.



Figura 15. Gasolinera de Lerma

El riesgo sanitario-ecológico se hace presente por el manejo de residuos peligrosos de la Central Termoeléctrica de Lerma, por el manejo de residuos sólidos urbanos y la falta de tratamiento de las aguas residuales. Es común encontrar en la comunidad pequeños tiraderos de residuos sólidos no regulados que contaminan el suelo y el aire (Figura 16). La quema de la basura doméstica es una práctica común que afecta gravemente la calidad del aire.



Figura 16. Tiraderos de residuos sólidos en el acotamiento de la carretera

La falta de plantas de tratamiento del agua residual abona a la contaminación de las playas por la descarga de desechos tóxicos al mar, provenientes de la Central termoeléctrica, cerca de Playa Bonita. La contaminación de la costa con residuos sólidos municipales y de pescado puede tener implicaciones graves para la comunidad (Figura 17).



Figura 17. Descarga directa de drenaje a la playa.

El riesgo del abastecimiento de agua para consumo humano es permanente debido a que todas las comunidades costeras de Campeche dependen de pozos de abastecimiento ubicados en la zona de recarga del estado, tierra adentro a varios kilómetros de la costa. Esta dependencia genera problemas relacionados con la frecuencia en el abasto del agua, por fallas en los sistemas de bombeo y distribución, que pueden incrementar la vulnerabilidad de la población en temporada de calor, al disminuir la cantidad de agua disponible.

La vegetación en la comunidad de Lerma se ve amenazada por contaminación de agroquímicos, aguas residuales, inadecuada disposición de residuos sólidos por zonas urbanas, industria e infraestructura portuaria.

El riesgo socio-organizativo se hace evidente en las condiciones de vida de los pescadores. La comunidad de Lerma se ha visto influenciada por las políticas económicas gubernamentales de las últimas décadas, en las que se privilegió a la empresa privada sobre el desarrollo y bienestar de la población del país. El predominio de las empresas pesqueras privadas y la falta de una adecuada distribución de la riqueza ha deteriorado el poder adquisitivo y los ingresos de los pescadores, tanto los que trabajan dentro de una cooperativa como aquellos que solo cuentan con su fuerza de trabajo y son contratados por un salario.

En Lerma trabajan dos tipos de pescadores: los permisionarios, dueños de lanchas y artes de pesca organizados en cooperativas y por otro lado los pescadores que no cuentan con embarcación y se emplean con un dueño de lanchas. Un tercer grupo lo componen los empresarios dueños de bodegas, medios de transporte terrestre, lanchas y otros equipos de pesca, que fungen como intermediarios y revendedores que se benefician de la producción pesquera sin invertir en el proceso. Ellos controlan y acaparan la producción pesquera y obtienen altos dividendos (figura 18).

La sobre explotación de los recursos pesqueros ha propiciado el descenso de los volúmenes de captura y la ampliación de los periodos de veda, por lo que los ingresos de propietarios y asalariados se han visto limitados en la última década. Los bajos precios impuestos por los intermediarios, los raquíticos niveles de captura de las especies de mayor demanda en el mercado y la reducción de los meses de trabajo al año han colapsado los niveles de ingresos de los pescadores ribereños. En estas condiciones los pescadores se emplean en otros trabajos durante los meses de veda o de bajos volúmenes de pesca, para completar los gastos de su hogar.

Durante el último sexenio del gobierno federal (2018-2024) la situación ha ido cambiando. La política social ha instituido apoyos a adultos mayores y estudiantes que, sumados a los dos apoyos anuales para combustible y la ampliación de las vedas y la disminución de los días de trabajo de los ribereños al año, han mejorado la situación de la comunidad pesquera de Campeche.



Figura 18. Vista panorámica del puerto de Lerma

2.3.2 Comunidad pesquera de Seybaplaya.

La comunidad pesquera de Seybaplaya se ubica en el municipio del mismo nombre, localizado en la zona centro-poniente del estado de Campeche, a 27 km de la capital del estado (figura 19). El Municipio de Seybaplaya colinda al norte con el municipio de Campeche, al oriente con Campeche y Champotón, al sur con Champotón y al poniente con el Golfo de México. El joven municipio, creado el 13 de febrero de 2019, cuenta con una superficie de 289.8 km². Anteriormente, el territorio de Seybaplaya formaba parte del municipio de Champotón (INEGI, b2021)

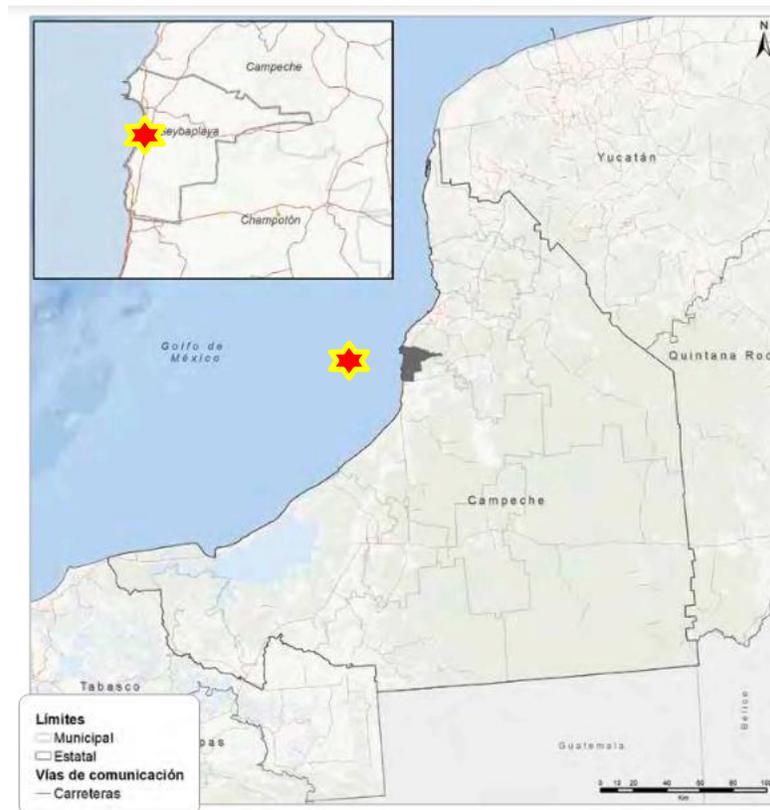


Figura 19. Localización de la comunidad pesquera de Seybaplaya (INEGI, b2021)

Vías de acceso y comunicación.

La principal vía para el traslado de personas, bienes y mercancías tanto interna, como externamente es la Carretera Costera del Golfo 180, también conocida como Carretera Campeche-Mérida, que se extiende en sentido suroeste-noreste paralela a la costa. Los principales medios de transporte utilizados son el autobús urbano, los colectivos, taxis, motos y motonetas para recorridos en distancias cortas, además de mototaxis y bicicletas.

Población.

El municipio cuenta con una población de 20, 154 habitantes. La presencia de población indígena asciende a un 9% de la población del municipio. Casi dos terceras partes de los hogares del municipio habitan niños y jóvenes, que demandan servicios educativos, culturales y deporte. En el 26% de los hogares las mujeres son jefas de familia. Existen asentamientos irregulares al norte de Seybaplaya, con mayor demanda de servicios públicos (INEGI, b2021).

Tabla 2. Información general de la población, condición de pobreza, marginación y rezago social en el municipio de Seybaplaya (INEGI, b2021).

INDICADOR	EN EL MUNICIPIO	EN LA ENTIDAD
Población (número de personas), 2020	15,297	928,363
Población de mujeres	7,660	471,424
Población de hombres	7,637	456,939
Población con discapacidad	1,178	52,259
Población indígena	1,256	182,867
Población afromexicana	88	19,319
Población adulta mayor (65 años y más)	1,361	69,838
Grado de Rezago Social, 2020	Bajo	Alto
Zonas de Atención Prioritaria, 2022	Bajo	medio
Rurales	0	0
Urbanas	7	217

Vegetación y fauna.

El municipio, cuenta con distintos tipos de vegetación en su mayoría conformados por selva de tipo alta, hasta en un 75%; mediana y baja subperennifolia, en las que se pueden encontrar especies como Chicozapote, Ramón, Palo de tinte, Caoba, Pucté, Tzalán, Guayacán, Chaca Chechén, Ceiba, Guapinol y Tepeguajes. El Tular y Manglar con plantas flotantes en agua dulce ocupan una superficie del 2%, que además de inducidos coexisten de forma intercalada, predominando la palma, guaya, güiro y cocoyol. Otros con un porcentaje mínimo de la superficie total son el bosque Petén y suelo desprovisto de vegetación, que ocupan aproximadamente el 2% (Bolívar y Valencia, 2007).

La fauna del municipio corresponde al ecosistema de selva y manglar; con presencia de jabalí, el venado cola blanca, ocelote, martucha, tepezcuittle, mono aullador, mono araña y chacales; anfibios como el lagarto negro, ranas, tortugas, aves canoras y acuáticas. En ambientes acuáticos se encuentran encontrar especies como cangrejos, pulpo, charal, jaiba, jurel, caracol, pargo, robalo, huachinango sierra, estrellas, esponjas, pepinos y otros peces de escama. En la zona urbana se puede encontrar animales de producción ganadera y apícola, guajolotes, mascotas como perros y gatos, gaviotas (González y Torruco, 2001).

Actividad económica.

La zona urbana de Seybaplaya representa una extensión de 294.7 ha (1% de su superficie); el resto del municipio está integrado por zonas agrícolas y pastizales. El municipio de Seybaplaya tiene como actividades económicas principales la pesca y la industria ligada al sector petrolero (Figura 20). En 2019, Seybaplaya registró un total de 775 unidades económicas, de las cuales la actividad comercial concentró el 49% del total; en segundo lugar, aparecen los servicios, con 40%; en tercer lugar, la actividad manufacturera con 6%. Las actividades primarias solo ocuparon el 5%. El 72% de las unidades económicas se localizan en la cabecera municipal. Las actividades agrícolas representan un 5% y los cultivos son principalmente de temporal, con preferencia por los frutos como mango, papaya, sandía y gran variedad de hortalizas (INEGI, b2021)

Históricamente Seybaplaya se ha caracterizado por ser una localidad, hoy municipio, de actividad de pesca ribereña y producción agrícola, principalmente de caña de azúcar, ya que se ha consolidado como la zona abastecedora de insumos para los ingenios de la región, destacando el ingenio de La Joya, en el municipio de Champotón. Dentro de las actividades productivas relevantes en el municipio se encuentran las actividades primarias, centradas fundamentalmente en la agricultura y la pesca, y cuyas unidades de producción son de carácter micro y pequeña empresa, aglutinadas en sociedades cooperativas y productores locales, encaminadas a abastecer el consumo local y sus excedentes a nivel regional.



Figura 20. Plaza del malecón de Seybaplaya

Para la distribución y comercialización de sus productos cuenta con un mercado público localizado en la cabecera municipal. Además del mercado y los tianguis, existen dos tiendas Liconsa que abastecen de insumos básicos a la población. No cuenta con un rastro y los más cercanos se encuentran en los municipios de Champotón y Campeche. El puerto de Seybaplaya ofrece servicios de calidad especializados en el manejo de productos sobredimensionados en peso y volumen.

Las actividades de servicios no calificados abarcaban el 36% del total, lo que indica la necesidad de incentivos para la consolidación de empleos y empresas con mayor productividad. La población del municipio se especializa en actividades primarias, seguidas de una especialización en servicios no calificados e industria. En cuanto a la distribución espacial de las unidades económicas presentan un patrón que se concentra en la cabecera municipal y sobre las calles y avenidas principales (INEGI, b2021).

La situación del empleo Seybaplaya son limitadas para ambos sexos, con empleos de sueldos bajos y en la mayoría de los casos sin prestaciones. En el caso de los hombres, son los servicios calificados los que concentran un mayor porcentaje de población ocupada con acceso a estas prestaciones (un 9%), seguido de la construcción (un 5%). En el caso de las mujeres, el sector económico con un mayor porcentaje de población con prestaciones es el de la industria (un 14%), seguido de los servicios calificados y servicios no calificados (2.62 y 2.57%, respectivamente (INEGI, b2021).

De acuerdo con el índice de marginación de CONAPO, en 2010, el municipio de Champotón concentró al 76% del total de su población en la categoría de Alto y Muy Alto grado de marginación; mientras que, en el otro extremo, la población con bajo grado de marginación sólo representa el 2%. La situación hace referencia a un mayor porcentaje de población en condiciones de vulnerabilidad social por la privación de elementos básicos para la vida.

Vivienda.

La densidad de población de Seybaplaya es de 69.73 Hab/km², con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda y 24,178 viviendas particulares habitadas (INEGI, b2021). La mayoría de los hogares se declara propietario de los mismos (81%), la población que habita una vivienda prestada representa solo el 10% y un 8% alquila una vivienda (Figura 21).

Educación y salud

Seybaplaya cuenta con 18 centros formativos, siete centros educativos de nivel preescolar, seis escuelas primarias, tres escuelas secundarias y dos bachilleratos. No cuenta con escuelas de nivel superior. También cuenta con diez módulos deportivos: dos unidades deportivas, dos campos de béisbol, una cancha de fútbol y cinco canchas de usos múltiples, con una superficie total de 5.6 ha.

Seybaplaya cuenta con tres centros de salud y una unidad de consulta del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), ubicados en las colonias La Guadalupe y Seybaplaya Centro, así como en la localidad de Xkeulil. Cuenta también con 13 consultorios de consulta externa (INEGI, b2021).

Servicios públicos municipales.

El abasto de agua a la población se realiza a través de tres tanques de almacenamiento y un acueducto, ubicados en las localidades urbanas del municipio. Desde 2010, la cobertura de agua era de 99.8% de las viviendas; sin embargo, el problema de abasto de agua tiene que ver con la frecuencia en que reciben el agua en los domicilios debido al deficiente funcionamiento de bombas en particular durante la temporada de calor. Aunque el municipio cuenta con un acuífero de alta disponibilidad de agua, los pozos dentro del nuevo municipio han registrado la presencia de contaminantes relacionados con metales pesados y coliformes fecales (SEMARNAT, 2017)



Figura 21. Malecón de Seybaplaya

La infraestructura eléctrica del municipio se compone de dos subestaciones y líneas de alta tensión. Desde 2010, la cobertura de electricidad en el municipio fue de 98.2% de las viviendas (INEGI, a2021).

La cobertura de drenaje en 2010 para el municipio de Seybaplaya fue del 80%. La mayor parte de la población tiene fosa séptica y algunas viviendas reportaron no tener drenaje. Dicho comportamiento se fortaleció de 2010 a 2015, lo que explicaría la filtración de coliformes fecales y metales pesados en los acuíferos (INEGI, a2021).

Otro problema es la vulnerabilidad del municipio a eventos de inundación, ya que las declaratorias de emergencia por fenómenos hidrometeorológicos podrían causar problemas en

el sistema de drenaje (INECC, 2019). La red de drenaje pluvial es insuficiente, siendo su forma de operar por medio de canales a cielo abierto que vierten directamente al mar. Al no contar con drenaje sanitario, el drenaje de aguas negras y jabonosas se resuelve mediante fosas sépticas o letrinas, las cuales son vertidas directamente al subsuelo, contaminando los mantos freáticos. La red de drenaje pluvial es insuficiente, siendo su forma de operar por medio de canales a cielo abierto que vierten directamente al mar, aunado a esta situación, el municipio no cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales.

El municipio cuenta con un tiradero a cielo abierto ubicado al este del municipio, con una superficie de 18 mil 854 m². El tiradero se encuentra prácticamente al límite de su capacidad, por lo que deberá analizarse la posibilidad de su ampliación o de generar algún nuevo sitio de disposición final de los residuos sólidos municipales en el corto plazo, de acuerdo con la reglamentación incluida en la NOM-083 (SEMARNAT, 2017).

El riesgo socio-organizativo

El predominio de las empresas pesqueras privadas y la falta de una adecuada distribución de la riqueza ha deteriorado el poder adquisitivo y los ingresos de los pescadores, tanto los que trabajan dentro de una cooperativa como aquellos que solo cuentan con su fuerza de trabajo y son contratados por un salario.

En Seybaplaya trabajan dos tipos de pescadores: en un primer grupo se encuentran los permisionarios, dueños de lanchas y artes de pesca organizados en cooperativas. En un segundo grupo, aquellos que no cuentan con embarcación y se emplean con un dueño de lanchas. De acuerdo con INPESCA en Seybaplaya estos dos grupos suman un total de 987 pescadores. Los “patrones” dueños de lanchas, son los equivalentes en otras comunidades, por ejemplo, en Lerma, a los “asociados”, quienes por tener embarcaciones pueden organizarse en cooperativas. Un tercer grupo está formado por los empresarios dueños de bodegas, medios de transporte terrestre, lanchas y otros equipos de pesca. Que fungen como intermediarios y revendedores que se benefician de la producción pesquera sin invertir en el proceso. Ellos controlan y acaparan la producción pesquera y obtienen altos dividendos. Del total de pescadores sólo el 25 % de los pescadores es propietario de lanchas, y pueden contratar y pagar la mano de obra para sus unidades. El 75 % restante carece de ellas y tiene que emplearse con un propietario por un salario. Los propietarios carecen de bodegas que les permita conservar su producción. Tampoco cuentan con transporte para su comercialización, por lo que venden sus productos en fresco a los empresarios y a los intermediarios, quienes imponen precios y condiciones de compra.

La sobre explotación de los recursos pesqueros afecta la economía de los pescadores en general. En la temporada de agosto a diciembre de 2023 los niveles de pesca de pulpo han descendido tanto que los pescadores consideran que no es redituable invertir en combustible, vituallas y carnadas debido a los raquíuticos volúmenes de captura obtenidas. Incluso, el periodo de captura de este molusco, que según la encuesta es señalado por el 52 % de los pescadores como la temporada de mayor trabajo, se ha reducido oficialmente de 6 a 4 meses.

En resumen, los bajos precios impuestos por los intermediarios, los raquíticos niveles de captura de las especies de mayor demanda en el mercado y la reducción de los meses de trabajo al año han colapsado los niveles de ingresos de los ribereños.

El 61 % de los ribereños mencionó tener un ingreso mensual menor a cinco mil pesos, equivale a \$ 166.60 pesos al día, insuficientes para cubrir sus necesidades primarias. El 23% de los pescadores obtiene de 5 mil a menos de 10 mil y sólo el 8 % de los pescadores gana entre 10 mil y 15 mil.

En estas condiciones, el 42 % de los pescadores requiere de un trabajo suplementario durante los meses de veda o de bajos volúmenes de pesca, para completar los gastos de su hogar. Entre las actividades suplementarias reportadas por los pescadores, el 43 % mencionó que se dedica a la agricultura. El 19 % se dedica a la albañilería, otro porcentaje igual al comercio, el 4.7 % se emplea en negocios particulares y el 14.3 % a otra actividad no especificada. El 58 % restante cuenta con otro tipo de ingresos, como los apoyos de los programas sociales del gobierno federal entre otros.

Durante el último sexenio del gobierno federal (2018-2024) la situación ha ido cambiando. La política social ha instituido apoyos a adultos mayores y estudiantes que, sumados a los dos apoyos anuales para combustible y la ampliación de las vedas y la disminución de los días de trabajo de los ribereños al año, han mejorado la situación de la comunidad pesquera de Campeche.

Entre los problemas registrados se encuentra la frecuencia y el abasto del agua, relacionado con el funcionamiento de bombas, que a su vez aumenta la vulnerabilidad de la población en temporada de calor. Aunque el acuífero del municipio se reporta con disponibilidad de agua los pozos dentro del nuevo municipio tienen contaminantes relacionados con metales pesados y coliformes fecales (SEMARNAT, 2017). Ante los cambios que enfrenta el municipio por el cambio climático, se ha reconocido el incremento de temperaturas, lo que eleva la vulnerabilidad de la población a alta durante temporadas de calor, al disminuir la cantidad de agua.

Vulnerabilidad ante desastres naturales

La calificación de vulnerabilidad de este nuevo municipio se considera como la de la demarcación anterior del municipio de Champotón. Según el Atlas Nacional de Riesgos (INECC, 2019), tiene un grado de vulnerabilidad social medio, al igual que para el grado de resiliencia.

Entre los riesgos identificados en el municipio destacan el riesgo Geológico por deslizamientos, derrumbes y hundimientos, erosión eólica e hídrica; el riesgo hidrometeorológico por inundaciones;

Riesgos socioambientales de la comunidad pesquera de Seybaplaya

Entre los riesgos identificados en el municipio el riesgo geológico se relaciona con las características del suelo kárstico de la península, que dan lugar a cavidades que pueden colapsar y generar hundimientos y grietas en edificaciones y calles.

El Municipio de Seybaplaya presenta vulnerabilidad ante las inundaciones eventos hidrometeorológicos, principalmente por ciclones tropicales que impactaron de mayo a noviembre (INECC, 2019)

Los riesgos químico-tecnológicos se presentan debido a la presencia de una gasolinera, líneas de alta tensión y al derrame del combustible que utilizan las embarcaciones.

El riesgo sanitario-ecológico por el manejo de residuos peligrosos, manejo de residuos no peligrosos y manejo de aguas residuales. En la comunidad existen pequeños tiraderos de residuos sólidos no regulados que contaminan el suelo y el aire. La falta de drenaje y tratamiento del agua residual abona a la contaminación de las playas por la descarga de desechos tóxicos al mar. La contaminación de la costa con residuos sólidos municipales y de pescado puede tener implicaciones graves para la comunidad. El riesgo sanitario-ecológico se presenta por el peligro de desechos tóxicos en el agua, en la parte norte, cerca del puerto de Seybaplaya con dirección a la playa Payucán.

Seybaplaya comparte también depende de pozos de abastecimiento ubicados en la zona de recarga del estado, tierra adentro. Esta dependencia genera problemas relacionados con la frecuencia en el abasto del agua, que puede incrementar la vulnerabilidad de la población en temporada de calor, al disminuir la cantidad de agua disponible.

La vegetación en el municipio de Seybaplaya se ve afectada por contaminación de plaguicidas, aguas residuales, inadecuada disposición de residuos sólidos municipales, industriales y del puerto de altura (SEMARNAT, 2017). Los árboles de la zona urbana presentan plagas como gusanos barrenadores en el arbolado público, algunos defoliadores y en las huertas cercanas a la zona urbana está presente la langosta y virus de la tristeza de los cítricos, provocada por un virus de la familia Closteroviridae. Las condiciones del manglar y tular que constituyen la zona de transición entre la selva y el ecosistema marino son las más afectadas, al dar prioridad a las actividades económicas del municipio provoca omisiones y abandonos, propiciando plagas, contaminación, desecación por estrés salino e inhibición del crecimiento de plantas (SEMABICCE, 2022).

La falta de cultura ambiental es un problema grave y generalizado en las comunidades pesqueras del Estado de Campeche. Amplios sectores de la población carecen de conciencia social sobre la importancia y cuidado del ambiente. Es ineludible difundir y divulgar permanentemente el valor de los servicios que la naturaleza aporta al ser humano. La educación ambiental para la vida debe ser constante en las escuelas y las actividades cotidianas, para generar un cambio positivo en los hábitos de las y los pescadores y su familia. La sobreexplotación de los recursos del mar durante periodos de veda con pesca furtiva y malas prácticas pesqueras, han dado lugar a la pérdida de biodiversidad en las comunidades, a la contaminación del suelo y del agua, situación que afecta directamente la economía y el nivel de vida de los pescadores.

La falta de cultura ambiental da lugar a malas prácticas pesqueras que deterioran el ambiente y puede desencadenar un cuadro de enfermedades infecciosas en la población. Actualmente podemos observar cómo los pescadores arrojan indiscriminadamente residuos de pescado en la playa, contaminando el agua y el suelo, generando la proliferación de moscas y olores fétidos, producto de la descomposición de los restos apilados en la arena o flotando a la orilla de la playa (figura 22).

En estas condiciones pueden proliferar enfermedades infecciosas generadas por patógenos como Norovirus, Vibrio y Salmonella, el virus de la hepatitis A, Listeria monocytogenes, Clostridium botulinum, la enterotoxina estafilocócica C, la enterotoxina estafilocócica A y la toxina de la cólera producida por V. cólera. Los pacientes infectados están en peligro de muerte por la bacteriemia o septicemia debido a bacterias resistentes a los medicamentos antimicrobianos (Elbashir et al., 2018).



Figura 22. Ambiente que prevalece en la playa del malecón de Seybaplaya

2.3.3 Comunidad pesquera de Punta Xen

Punta Xen es una comunidad pesquera que pertenece al municipio de Champotón, con una extensión territorial de 187 hectáreas. Se localiza a 26.9 kilómetros, en dirección Noroeste, de la localidad de Champotón (INEGI, 2021) (Figura 23).

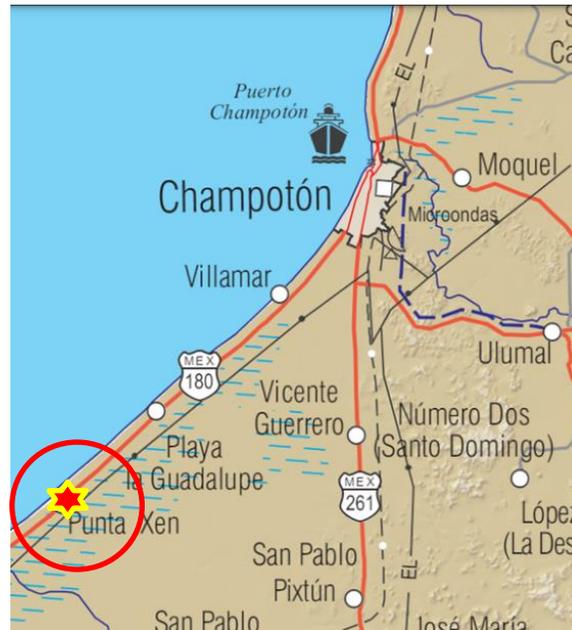


Figura 23. Ubicación de la comunidad pesquera de Punta Xen.

Población y educación.

De acuerdo con el INEGI (2021), la población total era de 173 habitantes, cuya actividad principal es la pesca para consumo familiar. La comunidad de Punta Xen surgió por la necesidad de vivienda de personas con un alto índice de pobreza, provenientes de los municipios cercanos. En Punta Xen, el 35% de las personas han terminado la educación básica, con un grado de escolaridad de 6; el porcentaje de la población analfabeta es menor al 10% (Figura 24 y 25).



Figura 24. Fachada de un centro educativo en Punta Xen



Figura 25. Edificio de la Comisaría ejidal y jardín principal de Punta Xen

La localidad de Punta Xen tiene un grado de rezago social alto, un 88 % de las viviendas no disponen de agua entubada de la red pública y 48 % no cuentan con energía eléctrica. La localidad de Punta Xen esta clasifica con un grado de marginación muy alto en comparación con la localidad de Champotón, clasificada como localidad de muy bajo rezago social (INEGI, b2021).

Actividades económicas.

Las condiciones económicas de la comunidad de Punta Xen son precarias. El porcentaje de la población ocupada laboralmente mayor de 12 año es del 49%. La actividad económica principal es la pesca y la venta de productos del mar y sus derivados. Otra parte de su economía gira en torno a pequeños restaurantes con venta de comida a los auto transportistas que recorren la carretera Champotón- Cd. Carmen. La pesquería que genera mayor ingreso en Punta Xen es el caracol, el pulpo, la mojarra, el jurel, el pargo, el rubio y la sierra. Otros productos importantes son el camarón, el cazón, el pepino de mar y el robalo (CONAPESCA, 2022) (Figura 26).

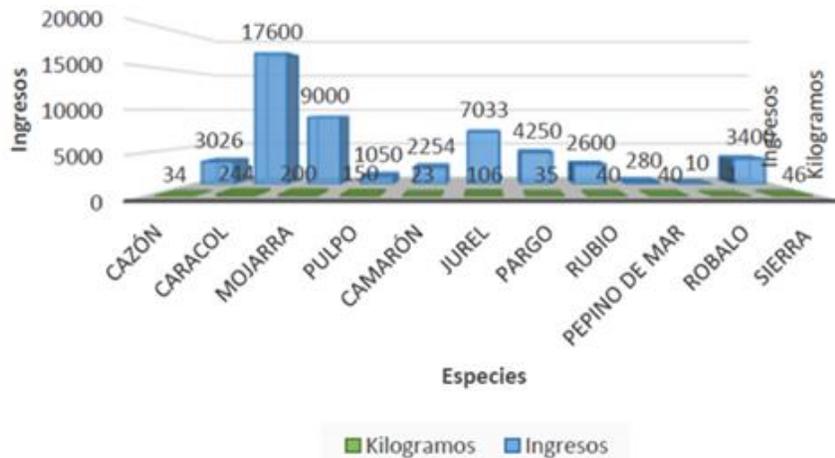


Figura 26. Especies marinas capturadas e ingresos en la comunidad de Punta Xen.

Una pequeña parte de la población se dedica a trabajos temporales con salarios bajos. En la localidad de Punta Xen, no se identifica alguna unidad económica en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE (INEGI, b2021) a diferencia de Champotón donde se identifican 2,467 unidades económicas.

En los últimos años ha disminuido de manera importante la captura y por al mismo tiempo los ingresos de los pescadores, no solo para la población de Punta Xen, sino en general al municipio de Champotón. Desafortunadamente, con la intención de obtener mayores ingresos, los pescadores han desarrollado la pesca furtiva constante por buceo para la captura del pulpo, contribuyendo al deterioro de la población. Alonso et al., (2020) observaron en la comunidad de Punta Xen la presencia de buzos de Champotón y algunos de Sabancuy capturando pulpo aun en temporada de veda, poniendo en evidencia el uso indiscriminado de artes de pesca prohibidas.

Turismo.

Pobladores de la comunidad de Punta Xen, desarrollan una incipiente actividad turística instalando una palapas-restaurantes que ofrecen al turismo de sol y playa por un día (Figura 27).



Figura 27. Palapas donde se ofrecen servicios turísticos en Punta Xen, se puede apreciar la erosión de la playa

Servicio de agua y electricidad

El 51% de las viviendas cuenta con electricidad, 12% con agua entubada, 84% con excusado o sanitario, 63% con televisión, 18% con refrigerador, 55% con lavadora, 20% con automóvil y 86% con teléfono celular. Para acceder a los servicios básicos la comunidad de Punta Xen recurre al municipio de Champotón. La principal problemática en la localidad es la cobertura de energía eléctrica y alumbrado público. Esta pequeña comunidad cuenta con una cancha y un pequeño parque donde por las tardes los niños y los jóvenes practican deporte. Cuenta con un centro de salud. Las calles son algunas semi-pavimentada. Se cuenta con dos iglesias, cuenta con un comisario, pero carece de servicio de policías y bomberos (INEGI b2021).



Figura 28. Calles sin pavimentar en la comunidad de Punta Xen

Punta Xen y la protección de la tortuga marina de carey.

La comunidad de Punta Xen, cuenta con recursos naturales de gran importancia ambiental. Es el sitio ideal para la llegada de miles de tortugas que llegan a depositar sus huevos, debido al suave oleaje de su playa. Se considera que el 80% ciento de la tortuga carey que anida en las costas del Golfo de México lo hace en las costas del municipio de Champotón (Alonso et al. 2020).

Su Por su ubicación Punta Xen representa uno de los hábitats preferidos para las poblaciones de tortuga marina en el estado de Campeche, en particular para la anidación de dos especies: la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga blanca (Alonso et al. 2020).

Cada año su playa recibe, de marzo a noviembre, a las tortugas marinas de carey, lo que dio lugar al establecimiento de campamentos tortugueros para la conservación, cuidado y el monitoreo de la especie de la Tortuga Carey. Esta situación no ha sido aprovechada por su población para atraer al turista que gusta del cuidado ecológico interesados en la especie marina en peligro de extinción.



Figura 29. Acceso al campamento tortuguero

El campamento Tortuguero de Punta Xen (Figura 29) está orientado al estudio del proceso natural de la tortuga marina en peligro de extinción, desde el proceso de incubación hasta su liberación de las crías. El riesgo principal de las tortugas carey es la explotación comercial por la belleza de su caparazón, que utilizan para elaborar artesanías entre otros, también la recolección de sus huevos y la destrucción de hábitats críticos para su supervivencia a causa del cambio climático y aumentos en sedimentos y nutrientes que afectan negativamente a los arrecifes de coral, a pesar de la prohibición del comercio de esta especie en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

El campamento Tortuguero que lleva el nombre de la comunidad es de suma importancia ya que se encarga de proteger a la tortuga marina de carey, mediante actividades que se llevan en conjunto con los habitantes de la comunidad (Figura 30). Las tortugas marinas se consideran como especies en peligro de extinción, se incluyen en la lista roja de las especies como en peligro o vulnerables de extinción y en la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-2001. A nivel nacional Punta Xen se considera como playa índice para la tortuga de carey y la tortuga verde, por ser playa de anidación acorde con los protocolos de la Convención Interamericana para la Protección y la Conservación de las Tortugas Marinas para reportar información de abundancia en playas de anidación, con un número de anidaciones estable (CONANP, 2023).

Cerca de la comunidad de Punta Xen existen otros campamentos que trabajan en el cuidado de la tortuga, que tienen por objeto realizar diversas acciones tendientes a la protección, conservación, investigación, educación ambiental, participación comunitaria y monitoreo de una zona conjunta de 40 km de playas de anidación de las tortugas de carey y blanca. Uno de ellos es el Campamento Tortuguero Chenkan ubicado en “Laguna de Términos” área natural protegida a cargo de la Universidad Autónoma de Campeche a través del programa ambiental Yum Kaax “gestión y educación ambiental para la sustentabilidad universitaria”, trabajando en conjunto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023).



Figura 30. Actividades del campamento tortuguero de Punta Xen.

El objetivo del campamento es conservar los ecosistemas más representativos de México y su biodiversidad, mediante las áreas naturales protegidas y otras modalidades de conservación, fomentando una cultura de la conservación y el desarrollo sustentable de las comunidades asentadas en su entorno (CONANP, 2023).

Para el campamento de Punta Xen, Campeche, y para otros campamentos en México donde su objetivo es la conservación de especies, en especial de la tortuga marina, la palabra sostenible juega un papel importante ya que se caracteriza por aquellas actividades respetuosas con el medio natural, cultural, y social. Las actividades para atraer al turismo ecológico son limitadas debido a que existe poca información y escasa promoción.

Riesgos socioambientales de la comunidad pesquera de Punta Xen.

Se han identificado condiciones que representan un riesgo para la población de Punta Xen, derivadas de sus condiciones físicas y sociales.

Persiste el riesgo geológico, que se relaciona con las características intrínsecas del terreno kárstico predominante en la península de Yucatán, que puede dar lugar a hundimientos y grietas en edificaciones y calles. El riesgo hidrometeorológico se manifiesta con encharcamientos e inundaciones repentinas en la vía pública. El riesgo químico-tecnológico es permanente entre la población de Punta Xen por los combustibles que utilizan las embarcaciones pesqueras.

El riesgo sanitario-ecológico se hace presente por el manejo de residuos sólidos urbanos y la falta de tratamiento de las aguas residuales. Es común encontrar en la comunidad pequeños tiraderos de residuos sólidos no regulados que contaminan el suelo y el aire (Figura 31). La quema de la basura doméstica es una práctica común que afecta gravemente la calidad del aire.



Figura 31. Tiraderos de residuos sólidos en el acotamiento de la carretera

La falta de plantas de tratamiento del agua residual abona a la contaminación de las playas por la descarga de desechos tóxicos al mar. Asimismo, la contaminación de la costa con residuos sólidos municipales y de pescado puede tener implicaciones graves para la comunidad.

El riesgo del abastecimiento de agua en Punta Xen está presente debido a que todas las comunidades costeras de Campeche dependen de pozos de abastecimiento ubicados en la zona de recarga del estado, tierra adentro a varios kilómetros de la costa. Esta dependencia genera problemas relacionados con la frecuencia en el abasto del agua, por fallas en los sistemas de bombeo y distribución, que pueden incrementar la vulnerabilidad de la población en temporada de calor, al disminuir la cantidad de agua disponible.

El riesgo socio-organizativo se hace evidente en las condiciones de vida de los pescadores. La comunidad de Punta Xen requiere de apoyos para aprovechar su vocación turística por el arribo de las tortugas a sus playas.

La situación que se presenta en Lerma y Seybaplaya se repite en Punta Xen, la sobre explotación de los recursos pesqueros ha propiciado el descenso de los volúmenes de captura y la ampliación de los periodos de veda, por lo que los ingresos de los pescadores se han visto limitados los últimos años. En estas condiciones los pescadores se emplean en otros trabajos durante los meses de veda o de bajos volúmenes de pesca, para completar los gastos de su hogar.

2.3.4 Comunidad pesquera de Sabancuy

La comunidad de Sabancuy se localizan a en la zona sur del estado de Campeche, es una comunidad pesquera que pertenece al municipio del Carmen (Figura 32). Se localiza en la región oriental del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) en las coordenadas 18°59'10''N y 91°10'31''O, a 130 km de la ciudad de San Francisco de Campeche y a 85 km de ciudad del Carmen (INEGI, b2021)

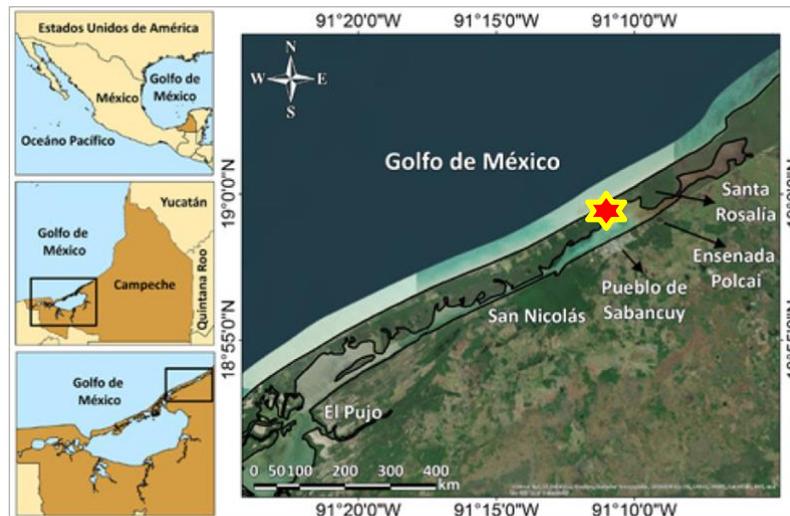


Figura 32. Localización de la comunidad de Sabancuy

Sabancuy se ubica en el municipio del Carmen, segundo municipio en importancia en el estado de Campeche, por la explotación del petróleo de la Sonda de Campeche y por sus condiciones portuarias y zonas de pesca, en la que destaca el camarón (Figura 33). La principal actividad económica de esta comunidad es la pesca para consumo familiar. Su pesquería se distingue por su gran variedad de especies de alto valor comercial como el rubio, el camarón, la jaiba y el pulpo, la sierra, el pargo, el robalo, el caracol y el cazón (INEGI, b2021)



Figura 33. Malecón de la comunidad de Sabancuy

Clima.

El clima predominante en Sabancuy es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con tres estaciones distintas: secas (febrero a abril), lluvias (mayo a octubre) y “Nortes”, o tormentas de invierno (noviembre a enero). Tiene una temperatura media anual de 26.7 °C y una precipitación media anual de 1412.3 mm (INEGI, b2021)

La playa de Sabancuy, de poca pendiente, es arenosa de baja y mediana energía, excepto en épocas de frentes fríos conocidos como Nortes (Torres et al., 2010) (Figura 34).

En la comunidad de Sabancuy se emplaza en una región considerada zona de marisma –manglar-palmar, en la que predomina un suelo primario tipo litosol y uno secundario tipo redzina compuesto por una capa superficial rica en materia orgánica depositada en sobre otra capa de material calizo de textura media, con profundidad no mayor a 10 cm. expuestos a la erosión de moderada a alta (INEGI, (1981).

Sabancuy forma parte del área Natural Protegida de Flora y Fauna y la región marina de la Sonda de Campeche, que constituye el hábitat donde se registran la anidación de tres especies de tortugas marinas: Tortuga Carey (*eretmochelys imbricata*), tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga Lora (*L. kemp*i). Las playas de Sabancuy funciona como zona temporal o permanentemente de reproducción, alimentación y refugio para las tortugas (Torres et al., 2010)



Figura 34. Playa de Sabancuy con problemas de erosión

Población y Vivienda.

De acuerdo con el INEGI, en el año 2020 la población total de Sabancuy era de 7,744 habitantes, de los que 3897 eran mujeres y 3847 eran hombres, considerada como la localidad más poblada

del municipio, después de Ciudad del Carmen. En 2020, se registró un total de 2,880 viviendas, de las cuales 2,191 estaban habitadas (INEGI, b2021) (Figura 35).



Figura 35. Vista de la plaza central de Sabancuy

Educación

La escolaridad en la localidad de Sabancuy se encuentra en ocho años, y el grado promedio de educación es de 8 años. En Sabancuy, el 50% de las personas han terminado la educación básica, con un grado de escolaridad de 8.; el porcentaje de la población analfabeta es menor al 6%. El porcentaje de la población ocupada laboralmente mayor de 12 años es del 50%. El 98% de las viviendas cuenta con electricidad, 95% con agua entubada, 97% con excusado o sanitario, 88% con televisión, 84% con refrigerador, 78% con lavadora, 20% con automóvil y 83% con teléfono celular y 15% cuenta con internet (INEGI, b2021).

Abasto de agua potable

El abasto de agua potable cubre a toda la comunidad de Sabancuy, excepto a los establecimientos irregulares o aquellos predios que no han solicitado el servicio. El suministro de agua a la comunidad proviene de 10 pozos de extracción, con 60 m de profundidad, del ejido de Chicbul, ubicado a 37 km. El suministro se regula mediante un tanque de almacenamiento de 80 m³ que se mantiene lleno durante el día. Para garantizar el abastecimiento a la población. El monitoreo

realizado por CONAGUA indica que se suministra agua de excelente calidad a la población, con valores de DBO₅ menores a 3ml/L (INEGI, b2021).

Sabancuy carece de servicio de alcantarillado, lo que imposibilita la recolección y canalización de las aguas residuales para su tratamiento. En general, los hogares de la comunidad cuentan con fosas sépticas que representan un riesgo de contaminación para el acuífero.

En el poblado de Sabancuy se construyó el primer campamento tortuguero en 1977, en donde se cuidaban hasta la eclosión, posteriormente la mayoría de las tortuguitas eran liberadas. Otro grupo de crías se dejaban en cautiverio durante un año para su posterior liberación en las zonas de arrecifes (Guzmán, 2000)

Las playas de Sabancuy actualmente presenta un severo proceso de erosión debido a la interrupción del flujo de sedimentos ocasionado por las obras de protección y rectificación de un canal de navegación artificial que se construyó en 1980, para unir el estero de Sabancuy con el Golfo de México para mejorar las interacciones ecológicas de este hábitat y hacer más eficiente la operación pesquera de la zona (CONANP, 2023). (Figura 36).

El grado de erosión de la playa ha puesto en estado de riesgo su ecosistema y la integridad estructural de la Carretera Federal 180, principal arteria que comunica a la Península de Yucatán con el resto del país. La erosión de la playa ha aumentado el deterioro originado por las tormentas que estacionalmente se presentan en la región, al grado que la playa ha perdido toda capacidad de autorrecuperación. Debido a esto, es necesario establecer un plan urgente de intervención para lo cual, a su vez, resulta imprescindible profundizar en el conocimiento del funcionamiento físico del sistema con el fin de diseñar estrategias adecuadas para la mitigación de la erosión y la consecuente recuperación del sistema (Torres et al., 2010).



Figura 36. Playa de Sabancuy con problemas de erosión

Riesgos socioambientales de la comunidad pesquera de Sabancuy.

Así, se han identificado condiciones que representan un riesgo para la población de Sabancuy, derivadas de sus condiciones físicas y sociales.

El riesgo hidrometeorológico se presenta durante la temporada de lluvias y huracanes y provoca encharcamientos e inundaciones repentinas en la vía pública. El riesgo químico-tecnológico es permanente entre la población de Punta Xen por los combustibles que utilizan las embarcaciones pesqueras y puede contaminar el agua de mar y la playa por un mal manejo.

El riesgo sanitario-ecológico que puede ocasionar daños a la salud de la población y contaminar el agua, el suelo y el aire de la comunidad está presente por el manejo deficiente de los residuos sólidos urbanos y la falta de tratamiento de las aguas residuales. Es común encontrar en la comunidad pequeños tiraderos de residuos sólidos no regulados que contaminan el suelo y el aire (Figura 37). La quema de la basura doméstica es una práctica común que afecta gravemente la calidad del aire.



Figura 37. Tiraderos de residuos sólidos en el acotamiento de la carretera

La falta de plantas de tratamiento del agua residual abona a la contaminación de las playas por la descarga de desechos tóxicos al mar. Asimismo, la contaminación de la costa con residuos sólidos municipales y de pescado puede tener implicaciones graves para la salud y el los recursos naturales de la comunidad.

El riesgo del abastecimiento de agua potable para consumo de la población en Sabancuy está presente debido a que todas las comunidades costeras de Campeche dependen de pozos de abastecimiento ubicados en la zona de recarga del estado, tierra adentro a varios kilómetros de la costa. Esta dependencia genera problemas relacionados con la frecuencia en el abasto del agua, por fallas en los sistemas de bombeo y distribución, que pueden incrementar la vulnerabilidad de la población en temporada de calor, al disminuir la cantidad de agua disponible.

El riesgo socio-organizativo se hace evidente en las condiciones de vida de los pescadores. La comunidad de Sabancuy requiere de apoyos para aprovechar su vocación turística por el arribo de las tortugas a sus playas. La situación que se presenta en Punta Xen se repite en Sabancuy, las malas prácticas pesqueras han generado la sobre explotación de los recursos pesqueros, el

descenso de los volúmenes de captura y la ampliación de los periodos de veda; por lo que los ingresos de los pescadores se han visto disminuidos los últimos años. En estas condiciones los pescadores se ven en la necesidad de emplear en otros trabajos durante los meses de veda o de bajos volúmenes de pesca, para completar los gastos de su hogar.

2.3 Problemática de las comunidades pesqueras

Las comunidades pesqueras enfrentan problemas comunes. Las crisis económicas de sexenios anteriores y la falta de atención por parte de las autoridades federales y estatales han restringido el desarrollo de la población más pobre, en particular la población de pescadores no afiliados a cooperativas o a organizaciones acreditadas. El sector pesquero tradicional en Campeche, desprovisto de tecnología y recursos financieros para un mejor equipamiento de sus embarcaciones, se encuentra en desventaja frente a las grandes compañías. Los pescadores ribereños enfrentan altos costos de los insumos, la obsolescencia tecnológica de sus embarcaciones y la falta de capacitación técnica. En particular los pescadores costeros que no cuentan con embarcaciones propias padecen condiciones salariales precarias con una baja remuneración. Las familias de estos pescadores tienen un acceso limitado a servicios de salud, alimentación, vivienda y servicios públicos. A pesar de su baja productividad, la pesca ribereña sigue siendo el sustento y el alimento principal de las comunidades pesqueras de Campeche.

La problemática que enfrentan las comunidades pesqueras de Lerma, Seybaplaya, Punta Xen y Sabancuy se pueden agrupar en tres rubros íntimamente relacionados: Problemática social, Problemática económica y Problemática ambiental. La atención de estos tres aspectos es indispensable para el desarrollo sostenible de las comunidades pesqueras.

2.3.1 Problemática social y económica

En cuanto a la organización, existe una disgregación de este sector en las comunidades, que da lugar a una variedad de los esfuerzos gremiales, sin objetivos comunes, lo que limita el acceso a apoyos e insumos de producción y servicios financieros, mermando así su desarrollo y productividad. La población de trabajadores agrícolas que, ante la falta de oportunidades, buscan oportunidades en la pesquería, no son sujetos de apoyos de programas estatales y federales debido a que no se encuentran afiliados a asociaciones

En estas comunidades sólo el 25 % de la población tiene embarcación propia, mientras el resto tiene que emplearse con el dueño de una lancha de una cooperativa a cambio de un sueldo bajo. Las dos terceras partes de las embarcaciones tienen motores de baja potencia de dos tiempos y en general los pescadores utilizan contenedores con hielo para la conservación de sus productos. Otro factor que limita el volumen de captura es el equipamiento de las embarcaciones. Solo el 60% de las embarcaciones cuentan con brújula, el 74% tiene GPS y el 52% tiene radio VHF/SSB. Con este equipamiento las embarcaciones se ven restringidas y no pueden alejarse de la costa donde pueden encontrar mejores condiciones de pesca, para obtener un mayor volumen de las especies de valor comercial y de tamaño adecuado.

Con relación a la problemática en la comercialización de sus productos pesqueros, los pescadores padecen una excesiva dependencia de los intermediarios. Debido a que no cuentan con vías de comercialización directa con los grandes centros de consumo. Los pescadores se encuentran cautivos frente a los compradores que les demandan las especies de alto valor comercial, en detrimento de otras especies capturadas. Esta dependencia les impide acceder a precios y condiciones competitivas para sus productos. Carecen de un esquema de acopio para ventas consolidadas a mayor escala, lo que da lugar a una alta dispersión en la venta de volúmenes pequeños de producto. Las comunidades pesqueras no han desarrollado industria que aporte valor agregado a los productos pesqueros. Así, las comunidades pesqueras tradicionales se encuentran en evidente desventaja competitiva frente a las grandes empresas pesqueras de actividad intensiva de captura, acopio, distribución y comercialización de los productos pesqueros. La sobreexplotación de las especies comerciales de mayor demanda afecta directamente a la economía de las comunidades pesqueras con una capacidad de captura limitada en comparación con las grandes empresas. La actividad acuícola en las comunidades de estudio es incipiente, la falta de organización y de apoyos económicos para la adquisición de equipo, infraestructura y compra de alimentos y crías, ha limitado esta actividad, que permitiría a los trabajadores permanecer en sus comunidades, diversificando sus actividades productivas.

2.3.2 Problemática ambiental

2.3.2.1 Depredación del ecosistema marino por malas prácticas pesqueras.

El principal problema es la sobreexplotación de los recursos pesqueros que se traduce en el bajo valor de la producción actual. Entre las causas se encuentra la pesca ilegal, la falta de vigilancia por parte de las autoridades, la falta de mercados limitados y la desvinculación del sector productivo con el académico en el planteamiento de soluciones a las problemáticas (PEDDEC 2022).

Para cumplir con los volúmenes de especies de alto valor comercial que demanda el mercado, los pescadores recurren a malas prácticas pesqueras, que generan graves daños ambientales que, a través del tiempo, se han traducido en pérdidas económicas. Las redes de arrastre de fondo tradicionales utilizadas en la pesca, dan lugar a cambios adversos en los hábitats marinos (Kaiser et al. 2002). Entre otros, modifican la diversidad taxonómica, interrumpen el reaprovechamiento de nutrientes y desequilibran la red trófica. Las alteraciones en los fondos marinos y los impactos sobre las comunidades bentónicas son ejemplos del grave daño que genera la captura de especies no objetivo (Tiano et al., 2019). En particular la pesca de arrastre de camarón ya ha sobrepasado, en varios litorales mexicanos, la capacidad de resiliencia de los ecosistemas marinos, lo que se refleja en la disminución de los volúmenes de captura en los últimos años, a causa de la pérdida del equilibrio estable de los ecosistemas.

Esta pérdida del equilibrio estable, además de afectar los volúmenes de captura, también incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas ante contingencias del cambio climático y la contaminación antropogénica. Así, la recuperación del equilibrio estable de los ecosistemas puede tardar años, incluso décadas después de eliminar las causas que la perturbación (Scheffer et al., 2001).

2.3.2.2. Contaminación por manejo inadecuado de residuos producto de la captura pesquera

En las comunidades pesqueras, las especies capturadas que se encuentran mutiladas o en mal estado son devueltas al mar como alimento para otros peces. El manejo de las vísceras se realiza de diferentes formas: a los pescadores contratados directamente por un patrón, se les pide entregar los pescados completos para que, dentro de la congeladora sean limpiados y eviscerados, esto con el fin de evitar dañar el pescado entre la captura y su entrega. Cuando los pescadores trabajan para un permisionarios, éste puede solicitar a los pescadores que retiren las vísceras del pescado y devolver los residuos al mar. Los trabajadores pertenecientes a una cooperativa o independientes limpian su captura al instante y regresan los desperdicios al mar para vender los pescados limpios. En otros casos los pescadores separan las vísceras y otros desperdicios en bolsas de plástico y las mantienen dentro de las neveras. Al arribar al puerto las desechan en contenedores de basura. Una fuente de contaminación se presenta cuando los pescadores regresan al puerto y antes de llevar su captura a los mercados cercanos, proceden a eviscerar los pescados y los residuos son tirados a la orilla del mar, lo que genera malos olores, proliferación de moscas y contaminación visual. Las vísceras (hueva) de especies como la sierra y la corvina son demandadas por los consumidores y son bien pagadas a los pescadores. En los restaurantes, los desechos del pescado no consumida son desechados en bolsas basura y recolectados por el servicio del municipio. En general, las partes no aprovechadas desechadas por los pescadores son consideradas como desechos y se regresan al mar, terminan en basureros a cielo abierto o en la orilla de la playa convertidos en fuente de contaminación. Si embargo, estos desechos pueden ser aprovechados y darles un valor agregado al convertirlos en materia prima para la producción de harina de pescado de alto valor nutrimental y otros productos derivados.

2.3.3 Contaminación ambiental por residuos sólidos municipales.

Los residuos sólidos municipales (RSM) son todos los materiales de desecho generados en domicilios, comercios, establecimientos de transformación y servicio, centros educativos, redes viales y áreas públicas.

En conjunto forman una mezcla heterogénea de materiales, degradables y no degradables, con distintas características físicas, químicas y biológicas; lo cual hace que su manejo, tratamiento y disposición final sea difícil y demande personal y recursos que se acrecientan con el tonelaje, tipo y características de los residuos.

Las comunidades pesqueras enfrentan una serie de graves problemas relacionados con la generación, manejo y disposición final de los Residuos Sólidos Municipales (RSM). En la actualidad se generan grandes cantidades de estos residuos, que superan la capacidad de los organismos municipales encargados de su gestión.

Los residuos sólidos municipales sin un manejo adecuado se convierten en fuente de contaminación del aire, del suelo y del agua lo que representa un peligro para la salud de la población. Como la mayoría de los estados mexicanos de características suburbanas-rurales, el Estado de Campeche y sus comunidades presenta problemas en el manejo de los RSU.

El deficiente manejo de los residuos sólidos municipales y en particular los residuos producto de la actividad pesquera representan un riesgo para la salud de las comunidades pesqueras. La descomposición de los desechos orgánicos favorece la proliferación de patógenos. Las enfermedades gastrointestinales causadas por la presencia de bacterias zoonóticas, como la Salmonella y Vibrio, son recurrentes debido a que tienen la capacidad de provocar enfermedades tanto en especies acuáticas como en seres humanos, son conocidas como enfermedades de transmisión directa por contacto con residuos orgánicos contaminados o por ingestión de alimentos o agua que contengan patógenos bacterianos zoonóticos.

Una tarea de vital importancia es implementar acciones concretas para reducir la generación de RSM, de manera que los volúmenes que ingresan a los sitios de disposición final también disminuyan y logras disponer de manera eficiente los residuos terminales que deben confinarse, de acuerdo a la normatividad vigente, para proteger la salud pública y el medio ambiente. La reducción en la tasa de producción de basura per cápita ayudará a disminuir los costos de los servicios y a incrementar la vida útil de los sitios de disposición final. Estas acciones consecuentemente coadyuvan a reducir la utilización de combustibles y recursos naturales.

La tendencia actual en el ámbito nacional es el incremento de la disposición final de los RSM en rellenos controlados y la disminución de la disposición en tiraderos a cielo abierto o en rellenos de tierra no controlado.

Es de vital importancia el cuidado y uso racional del agua, por la contaminación a la que está expuesta, por el alto costo que representa el suministro domiciliario y el tratamiento de potabilización que requiere PEDDEC (2022).

2.3.3 Contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua.

Las causas principales de contaminación y la disminución de la disponibilidad del agua en las comunidades pesqueras son la descarga de aguas residuales procedente de la industria, de la prestación de servicios y las generadas en los domicilios, el transporte de contaminantes a través de los drenajes pluviales, la filtración de lixiviados procedentes de tiraderos de la basura regulados o clandestinos y la contaminación del acuífero por agroquímicos.

Para revertir esta contaminación del vital líquido y proteger la salud de la población, requiere de promover el tratamiento de aguas residuales antes de su descarga a los cuerpos de agua, así como incentivar el uso razonado y eficiente del agua.

Contaminación del agua en Campeche

El agua es uno de los recursos naturales más expuesto a la contaminación. La producción y uso de bienes y servicios demanda un mayor volumen de este recurso natural que después de su uso se transforma en una mayor generación de aguas residuales (PEDDEC, 2022).

Las principales causas de contaminación del agua en Campeche es la descarga de aguas residuales industriales, de servicios y domésticas, al arrastre de contaminantes por los drenajes pluviales, la filtración de lixiviados derivados de la basura y los agroquímicos utilizados en la agricultura. Esta contaminación reduce la disponibilidad del recurso, por lo que es indispensable el tratamiento de aguas residuales antes de su descarga como agua servida (PEDDEC, 2022).

2.3.4 Contaminación de las playas de las comunidades por micro plásticos.

Las playas de las comunidades pesqueras, formada por la parte emergida y la parte sumergida, también enfrentan el grave problema de la contaminación con plástico y micro plástico. La presencia de plásticos y micro plásticos en las playas, va de la mano con los hábitos de consumo masivo de productos y envases de plástico (Derraik, 2002). La población utiliza de forma cotidiana los plásticos de un solo uso como contenedores de comida, de agua y como empaques de diversas mercancías que pueden abarcar todas las actividades productivas (CE, 2018). Los plásticos son derivados del petróleo formados por la polimerización de monómeros; es un material ligero, flexible y de alta durabilidad, que se produce a bajo costo (Cole et al., 2011). Ejemplos de estos materiales son el polietileno, el tereftalato de polietileno, el cloruro de polivinilo y el poliestireno. La mayoría de los plásticos según su tipo, pueden tardar en degradarse más de 400 años. Al no reciclarse, la quema de los plásticos da lugar a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y si se desechan en tiraderos dañan los ecosistemas.

Pueden ingresar al organismo humano a través de diferentes vías, como la alimentación, el agua potable y la inhalación de partículas en el aire. Actualmente el mar es el principal reservorio de plásticos de todo tipo y tamaño. Se calcula que anualmente se vierten al mar entre 5 y 13 millones de toneladas de plástico, lo que ha afectado severamente el ecosistema marino y a toda la cadena alimenticia, fundamental para el equilibrio y la salud del planeta (Hernandez-Crisostomo et al. 2023).

Los plásticos que no son reciclados llegan a la costa y se fragmentan por la acción de los rayos solares, el viento, la lluvia y el oleaje. Se denominan micro plásticos, cuando son menores a 5mm y nano plásticos cuando su tamaño es menos a 100 nm (Fossi et al., 2012). Su tamaño facilita su transporte por agua y aire, donde se integran a la cadena alimenticia.

Estos micro contaminantes han sido identificados en el agua de mar y en la arena de las playas, en los sistemas digestivos de peces, aves, tortugas; en muestras de agua de grifo y en agua embotellada. Un estudio sobre la presencia de micro plásticos en playas de Campeche determinó que las presencia de películas de plástico son las más abundantes, debido a que las bolsas de película delgada, utilizadas para la movilidad de a las mercancías, son transportadas fácilmente de un sitio a otro por acción del viento; por lo que la contaminación por plásticos es un problema que requiere de una atención especial a través de acciones que reduzcan presencia por los graves efectos negativos en los ecosistemas costeros en el largo plazo (Hernández -Crisóstomo et al., 2023).

Para ablandar los plásticos rígidos se utilizan ftalatos, sustancias químicas que al no estar químicamente unidos al material al que se agregan, son liberadas o pueden migrar al ambiente o a los organismos vivos. El bisfenol A (BPA) le da transparencia y resistencia al plástico. Los ftalatos hacen que el plástico sea suave y flexible. Ambas sustancias son catalogadas como disruptores hormonales o endocrinos con efectos tóxicos a nivel celular y molecular. A nivel celular puede generar estrés oxidativo y como disruptores endocrinos pueden interferir con la síntesis, secreción, transporte y acción hormonal afectando el crecimiento, el desarrollo y la reproducción (Hernández -Crisóstomo et al., 2023). Estos aditivos plásticos favorecen al desarrollo de enfermedades inflamatorias crónicas y pueden inducir alteraciones en la absorción de nutrientes y la respuesta inmunológica en el sistema gastrointestinal son sustancias bioacumulables en tejidos y órganos.

2.4 Problemática ambiental de las comunidades pesqueras generada por el cambio climático.

El cambio climático ha estado presente en nuestro planeta desde hace miles de años, sin embargo, en las últimas décadas, este fenómeno se ha visto influenciado por la contaminación ambiental generada por las actividades humanas (Padilla, 2020), convirtiéndose actualmente en una de las mayores amenazas y retos que enfrenta el ser humano y en particular las comunidades pesqueras.

En los últimos 40 años, alrededor de 130,000 personas fallecieron debido a desastres naturales, ocurridos en 12 países de Latinoamérica y el Caribe. Los daños económicos estimados en este periodo ascienden a 356.000 millones de dólares. Los desastres naturales exacerbados por el cambio climático y el calentamiento global, no solamente afectan el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) local durante el año del desastre, sino que también afectan el crecimiento de los años subsecuentes, revirtiendo así los logros económicos y sociales que las comunidades han alcanzado, situación que impacta negativamente desarrollo en el largo plazo (SEMARNAT, 2013).

En México las emisiones de gases de efecto invernadero se han incrementado un 33.4% con respecto a 1990, situándose en la doceava posición de países con mayores emisiones a nivel mundial. Durante la última década, las emisiones provenientes del sector transporte y de la gestión de los residuos sólidos fueron las que más se incrementaron con tasas medias de crecimiento anual de 4.1% y 5.1%, respectivamente, debido a la acelerada urbanización y al crecimiento del parque vehicular (SEMARNAT, 2013). Se estima que el 15% del territorio del país, el 68% de su población, y 71% de su Producto Interno Bruto (PIB) se encuentran expuestos a los impactos adversos del cambio climático. Los daños económicos relacionados a estos eventos han pasado de un promedio anual de 730 millones de pesos en el periodo de 1980 a 1999 a 21,950 millones para el periodo 2000-2012. Este incremento, además de estar asociado a la mayor ocurrencia de eventos, obedece a un aumento en la exposición, el cual es consecuencia de, entre otros factores, la creciente urbanización (SEMARNAT, 2013).

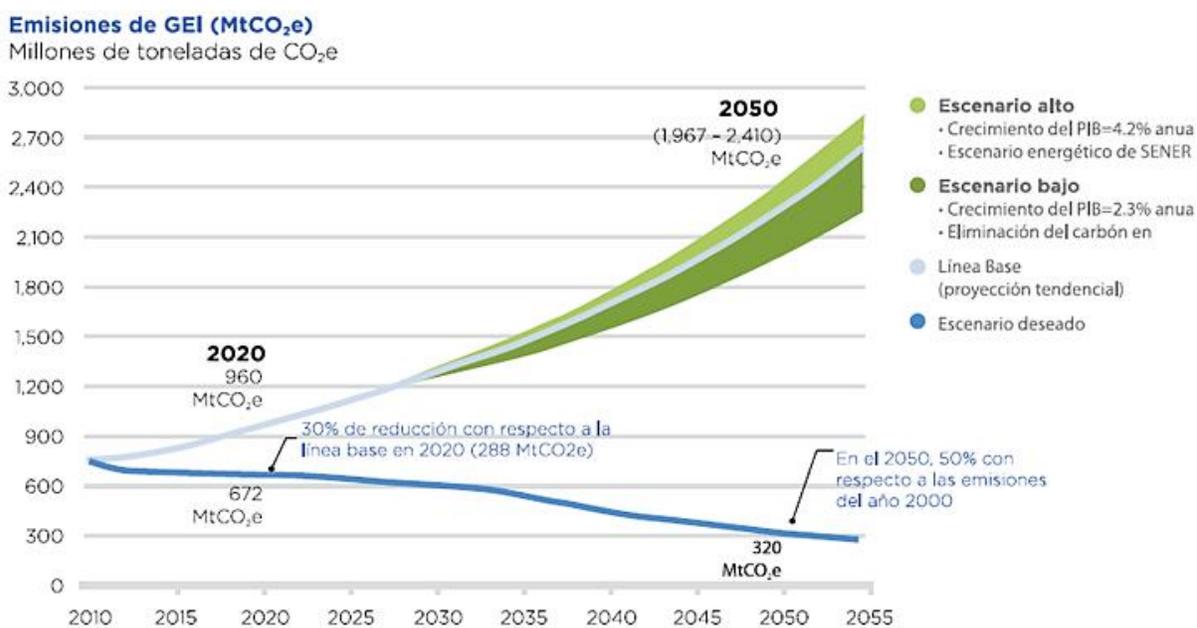


Figura 37. Línea Base y trayectoria de emisiones de GEI en México, con objetivos de reducción. (Fuente, Estrategia Nacional de cambio climático, visión 10-20-40, Gobierno de la República, SEMARNAT,2013)

El municipio de Campeche y es una ciudad con aire limpio, ya que el índice de calidad del aire en 2013 fue de apenas 12, lo que significa una baja concentración de contaminantes. La concentración de PM₁₀ también es baja (33.18, menor al promedio de ciudades similares que es de 50 µg/m³). En cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), el municipio de Campeche no cuenta con un inventario de este tipo de gases, pero sí existe uno a nivel estatal. A nivel estado se generan 28.81 toneladas de CO₂ per cápita (cifra insostenible) y 0.033 kg por cada dólar del PIB. Sin embargo, es probable que estos niveles de emisiones estatales sobreestiman la situación de GEI en la ciudad de Campeche, ya que en el inventario estatal se incluye a Ciudad del Carmen, una ciudad con actividad petrolera (SEMABICCE, 2022).

Por su ubicación, Campeche es vulnerable a desastres naturales como ciclones tropicales, lluvias e inundaciones. Según cálculos del Instituto de Información Estadística, Geográfica y Catastral del Estado de Campeche (INFO CAM), el 43% de la infraestructura es susceptible a impactos climáticos y 20% de los hogares se encuentran en zonas de riesgo. En este escenario y con las amenazas del cambio climático, los planes de riesgo deben mejorarse para incluir una visión de largo plazo.

2.4.1 Alteraciones del ciclo hidrológico

Las alteraciones al ciclo del agua han modificado la temporalidad de la lluvia, incrementando su presencia en forma de nevadas, heladas, tormentas y huracanes, provocando inundaciones, desplazamiento de poblaciones, pérdida de patrimonios y daño a los ecosistemas. El cambio climático también ha generado sequías prolongadas, pérdida de cultivos y daño económico, ambiental y social en la región. Muchos estados de la república mexicana han sufrido daños económicos, ambientales y sociales debido al cambio climático, como la pérdida de cultivos por sequía o inundaciones por exceso de lluvia e incluso por nevadas (Botello et al., 2017)

Debido a sus características geográficas, Campeche es una de las entidades con mayor vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. De acuerdo con las Naciones Unidas, el nivel de los océanos podría aumentar entre 18 y 60 cm en los próximos 90 años, afectando de manera drástica a las comunidades aledañas al mar, provocando pérdida de hogares y desplazamientos humanos. En Campeche, más de la mitad de su población se encuentra emplazada en zonas vulnerables, por lo que es considerada como una de las entidades con mayor riesgo a los efectos del cambio climático a las inundaciones por el incremento del nivel del mar. Estas inundaciones pueden provocar la pérdida de hogares, desplazamientos humanos y afectaciones a los ecosistemas costeros por la erosión de las playas, lo que puede propiciar la desaparición de sitios de anidación de especies amenazadas, como las tortugas marinas (INECC, 2019). También genera impactos negativos a la pesca y la industria petrolera.

El incremento de la temperatura en la entidad es un factor que incluso en la actualidad ha convertido al estado en uno de los más cálidos del país, con temperaturas que sobrepasan los 45 °C. Este drástico incremento de temperatura impacta a la población y sus actividades, llegando a ocasionar la muerte de personas y especies animales por deshidratación o “golpes de calor”. Por otra parte, las elevadas temperaturas, aunadas a la contaminación por residuos sólidos, son

causa principal de incendios forestales, que ponen en riesgo a comunidades rurales, y constituyen una amenaza permanente para la biodiversidad y ecosistemas de la entidad (Botello et al., 2017).

2.4.2 Riesgo y vulnerabilidad de las comunidades costeras por huracanes

Durante un huracán, los vientos extremos pueden resultar una amenaza tan importante como las inundaciones producidas por las lluvias y el aumento del nivel del mar (Posada et al., 2010). La evaluación del riesgo que un evento natural o antropogénico afecte a una comunidad requiere de identificar dichos eventos potencialmente dañinos en función de su localización, intensidad, frecuencia, probabilidad de ocurrencia y duración. También se incluye en el análisis la densidad de población, la clasificación de sus viviendas por tipología constructiva y el catálogo de infraestructura crítica involucrada durante la contingencia. La densidad de población determina la cantidad de personas que pueden encontrarse en un lugar y pueden ser alcanzadas por las aguas de una creciente o expuestas a los vientos por huracán (Rosengaus et al., 2002).

La población puede estar más o menos expuesta a la peligrosidad en función del tipo de las casas o edificios y a la capacidad de evacuación temprana de la zona afectada. La tasa media de daños, es del orden de los 2 millones de dólares, es decir, un poco más del 10% de los daños estimados en viviendas.

En Campeche los máximos vientos no rebasan velocidades superiores a 200 km/h, lo que implica que, en la casi totalidad de las viviendas, incluyendo las más vulnerables, el máximo riesgo posible es la pérdida de la cubierta y un cierto nivel de daños en el equipamiento. Sin embargo, son las clases más desfavorecidas las que experimentan daños por viento en eventos relativamente frecuentes, no así en las viviendas de las clases medias. Por tal motivo la mortalidad de los desastres naturales en Campeche no es elevada, aunque tampoco despreciable. Los huracanes de distinta magnitud producen en promedio entre uno y cinco muertos o heridos graves, lo que da una mortalidad media anual de menos de una persona cada dos años (INECC, 2019).

2.4.3 Efecto del cambio climático en la disponibilidad del agua.

El cambio climático afecta el ciclo natural del agua y tiene un impacto directo en la calidad y cantidad de agua dulce disponible en el planeta. El incremento de la temperatura provoca un incremento de las tasas de evaporación en cuerpos de agua dulce y la constante pérdida de especies de flora y fauna. Durante la temporada de calor, puede disminuir la cantidad de agua disponible para su consumo colocando a la población en una situación de alta vulnerabilidad (INECC, 2019). La escasez de agua dulce afecta directamente los procesos productivos de la región continental, que en el caso de Campeche son la agricultura, la ganadería, lo que puede ocasionar un desequilibrio ecológico grave (SMASS, 2015).

Al disminuir la cantidad de agua dulce necesaria para hacer crecer los cultivos y el ganado, los productores sufren pérdidas económicas, lo que genera escasez y encarecimiento de estos productos y sus derivados indispensables en la alimentación de la población (INECC, 2019). Esta situación, da lugar a problemas sociales, como la desnutrición y la pobreza.

El aprovechamiento inadecuado del agua limita el desarrollo económico de las comunidades, por lo que se requiere de un enfoque sostenible para su aprovechamiento, conservación y racional del vital líquido.

Se considera que el acuífero del que se abastece el estado de Campeche está subexplotado, con buena calidad de agua y con pocas fluctuaciones estacionales, lo que garantiza la disponibilidad de recursos hídricos en la ciudad. Sin embargo y debido a que sólo el 15% de las viviendas tiene conexión domiciliaria al sistema de alcantarillado, ya que la mayoría tiene fosas sépticas el acuífero enfrenta un riesgo alto de contaminación. La solución de esta problemática depende de la integración de los servicios de agua potable con el de alcantarillado y saneamiento. Es imperante la preservación de las fuentes de abastecimiento, ya que, debido a la porosidad del suelo, están en constante amenaza de contaminación debido a las aguas residuales, lixiviados e intrusión marina. Se estima, con base a las tasas actuales de extracción y consumo de agua, los recursos hídricos de Campeche pueden durar hasta 25 años. Debido a que las fuentes de abastecimiento del SMAPAC son subterráneas representan riesgos de contaminación por infiltración de contaminantes e intrusión salina (PEDDEC, 2022).

2.4.4 Vulnerabilidad del acuífero a la contaminación

La vulnerabilidad de un acuífero se describe como la facilidad con la que el agua contaminada vertida en la superficie del terreno se infiltra y puede alcanzar y contaminar el agua subterránea. Así, la vulnerabilidad del agua subterránea dependerá de las características geológicas e hidrogeológicas intrínsecas de una región y la presencia de agentes o actividades contaminantes.

Los acuíferos que presentan condiciones que facilitan el movimiento de contaminantes desde la superficie hacia el agua subterránea son más vulnerables a la contaminación que aquellos que, por sus características, funcionan como una barrera protectora del agua subterránea (INECC, 2019).

El relieve kárstico de la península de Yucatán, donde se localiza el estado de Campeche se caracteriza por una alta capacidad de filtración del suelo y la presencia del nivel freático del acuífero relativamente cerca de la superficie, lo que ha dado lugar a un acuífero muy vulnerable a la contaminación debido a la presencia de grietas y cavernas generadas por la acción del agua en la roca caliza compuestas por carbonato de calcio.

La alta permeabilidad de la roca caliza, por efecto de la disolución, karsticidad y fracturamiento, permite que el agua de lluvia se infiltra rápidamente y se incorpore al acuífero superficial, cuyas profundidades varían desde 30 hasta 150 m, creando una importante zona de recarga. El agua

subterránea se mueve de la parte topográfica más alta hacia la costa, al disolverse la matriz rocosa, por efecto del escurrimiento del agua de lluvia, provoca altas concentraciones de sulfatos, lo que limita su uso para consumo humano. La contaminación del acuífero que abastece a las comunidades costeras de Campeche puede generar escasez de agua dulce y afectar las actividades productivas de la región, como son la agricultura y ganadería que se traduce en pérdidas económicas para los productores y escasez de alimentos para los consumidores (INECC, 2019).

2.4.5 Pérdida de biodiversidad

Las amenazas a biodiversidad en el estado Campeche incluyen los delitos ambientales como tala ilegal, deforestación, incendios forestales, cambios de uso de suelo que genera la pérdida de hábitat, la caza ilegal, mal manejo de las artes de pesca, que genera la sobreexplotación de los recursos, la falta de cultura ambiental, la contaminación de suelo y agua; así como los efectos del cambio climático, el saqueo de especies, caza furtiva, descargas ilegales de aguas residuales (PEDDEC 2022).

El cambio climático está asociado a la pérdida de la capacidad de producción de alimentos ya que modifica los patrones de reproducción y alimentación de las especies de fauna, así como de los sitios de anidación y distribución geográfica. Las sequías provocadas por el cambio climático afectan la producción de alimentos generando escasez de alimento tanto para los seres humanos como para los animales (PEDDEC 2022).

La pérdida de biodiversidad también contribuye a exacerbar el cambio climático, debido a la menor superficie forestal que capta bióxido de carbono, al perder dichas áreas se emiten más gases a la atmósfera, aumentando el calentamiento de la capa de ozono y generando ciclos con incrementos de temperatura y disminución de la precipitación en nuestra región.

Todos estos cambios ligados a la biodiversidad modificarían las cadenas tróficas, mismas que afectarían la composición del agua, suelo y aire, contribuyendo al aumento de temperatura y la variación de la precipitación que dan paso a la crisis climática que enfrentamos (PEDDEC 2022).

2.5 Sustentabilidad socioambiental

El desarrollo sostenible tiene como fin la satisfacción de las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades (ONU 2019). Ante este escenario es importante plantear a la población estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático de tal forma que puedan aplicarlas en su vida cotidiana.

La educación y sensibilización ambiental de la población en general, son indispensables para impulsar un cambio de mentalidad y para promover la formación de nuevos hábitos de consumo, más amigables con el ambiente. La participación de la población en actividades de conservación del agua, suelo y aire, permitirá generar una mayor conciencia sobre la importancia y necesidad de cuidar nuestros recursos naturales, con el fin de disminuir nuestra huella ecológica (FCEA, 2006).

Mediante acciones sencillas la población puede participar en el cuidado de ambiente, mejorando el manejo de los residuos de las comunidades pesqueras, promoviendo la separación de los residuos, organizando campañas de reciclaje y recuperación de materiales aprovechables como el pet, vidrio, aluminio, papel y cartón, etc.; poniendo particular atención en el manejo adecuado de desecho peligrosos como las pilas y el aceite de automotores.

La sostenibilidad ambiental de la comunidad de Lerma va de la mano de la atenuación de las emisiones de gases de efecto invernadero y del cuidado de los recursos naturales, como vías para fortalecer la capacidad de mitigación de la comunidad ante desastres naturales y su capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático.

3 CONCLUSIONES

Actualmente, las comunidades pesqueras de Campeche enfrentan múltiples retos, que limitan su desarrollo socioeconómico, en particular la contaminación global y local, que ha exacerbado los efectos negativos del cambio climático, reduciendo la disponibilidad de recursos. Persiste una forma de organización inconsistente en los objetivos y esfuerzos gremiales, que no ha sido capaz de impulsar el desarrollo de los pescadores ribereños. Debido a una ineficaz gestión de la pesca y malas prácticas pesqueras, la recuperación de las poblaciones de las especies de mayor valor comercial es lenta y ha mermado la productividad de las pesquerías. Es evidente la ausencia de vigilancia en la aplicación de las regulaciones y políticas de gestión sustentable, que garantice la sostenibilidad de la producción pesquera de las comunidades

Las comunidades de, Lerma, Seybaplaya, Punta Xen y Sabancuy enfrentan problemas ambientales que se han venido acrecentando con el paso del tiempo. Su infraestructura para la recolecta y destino final de los desechos sólidos municipales requiere de la inversión para la compra de camiones recolectores y la implementación de programas que promuevan la separación de los residuos sólidos urbanos. La falta de conciencia ambiental de la población da lugar a la quema de basura en los terrenos de sus casas y a la proliferación de pequeños tiraderos que contaminan el aire, el suelo y el agua, en detrimento de la salud de la población.

Es de vital importancia la construcción de una cultura ambiental desde el interior de las comunidades pesqueras hasta las zonas urbanas, para erradicar los hábitos irresponsables de consumo y promover la participación social en la protección de los recursos naturales, bajo los principios de la sustentabilidad. La protección de la biodiversidad y el aprovechamiento responsable de la riqueza natural es una prioridad para el goce y bienestar de la generación actual y las futuras. Se requieren de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en todos los estratos sociales mediante el cuidado del medio ambiente y la disminución de nuestra huella ecológica. Para disminuir la proliferación de la contaminación por plásticos, principal desecho sólido, son varias las medidas para mitigar y reducir la contaminación por microplásticos: campañas de concienciación sobre la importancia del reciclaje y el consumo responsable, inhibir la comercialización de productos plásticos de un solo uso, en particular el uso de las bolsas de plásticos, diseño responsable de envases y productos de plásticos para ser reutilizados o reciclados incrementar los volúmenes de plásticos reciclados como materia prima, mejorando su ciclo de vida para promover el ahorro de recursos naturales y materias primas vírgenes, a la vez que se promueve una dinámica de consumo más responsable y respetuosa con el medio ambiente y la salud.

4 REFERENCIAS

Alonso, M., Huerta, P., García, P., Cuevas, Uribe, A. y de la Peña, D. (2020). Estrategia de impulso a la pesca sustentable para mitigar la captura incidental de tortugas marinas en Punta Xen y Chenkan. Reporte técnico. Proyecto 00092169 Fortalecimiento del manejo del Sistema de Áreas Protegidas para mejorar la conservación de especies en riesgo y sus hábitats. CeDePesca, PNUD-CONANP. <https://www.conanp.gob.mx/pdf/separata/EPJ-S-PlayaChenkan.pdf>

Bolívar, N., Valencia Gutiérrez M. (2007). Recursos fitogenéticos de origen tropical: Su valor nutricional. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. 235 p

Botello A.V., Villanueva S., Gutiérrez J., Rojas Galavizj. (2017). Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático. UJAT, UNAM, UAC. 476 p. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/10/Vulnerabilidad-de-las-Zonas-Costeras-de-Latinoame%CC%81rica-al-Cambio-Clima%CC%81tico.pdf>

CE (2018). Comisión Europea Plásticos de un solo uso: nuevas normas de la UE para reducir la basura marina. Recuperado de https://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3927_es.htm

Chan- González J., Castillo-Téllez M., Castillo-Téllez B., Mejía-Pérez G., Vega-Gómez C. (2021). Improvements and Evaluation on Bitter Orange Leaves (Citrus Aurantium L.). Sustainability. 2021. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13169393>.

CONANP (2023). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Santuario Playa Chenkan, Campeche, México. 176 páginas, incluyendo cuatro anexos. Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.conanp.gob.mx/pdf/separata/EPJ-S-PlayaChenkan.pdf>

CONAPESCA (2019). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca Edición 2019. De La Comisión Nacional De Acuicultura Y Pesca. https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2019/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2019.pdf

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2011.09.025>

CONAPESCA (2022). Producción pesquera, datos y recursos. Disponible en: <http://www.conapesca.gob.mx>

Crespo Guerrero J., Jiménez Pelcastre, A., Nava Martínez J. (2019). Tensiones y conflictos territoriales en la pesca ribereña del Estado de Campeche, México (2013-2018). Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 82, 1-53. <https://doi.org/10.21138/bage.2764>

Derraik, J. (2002). The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: A Review. Marine Pollution Bulletin 44(9):842-52. [https://doi.org/10.1016/s0025-326x\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/s0025-326x(02)00220-5)

Elbashir S.; S. Parveen, J. Schwarz, T. Rippen, M. Jahncke, A. DePaola. (2018). Seafood pathogens and information on antimicrobial resistance: A review, Food Microbiology, Volume 70, Pages 85-93, ISSN 0740-0020, <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.09.011>.

FAO (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. Hacia la transformación azul. Roma, FAO [En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.4060/cc0461es>.

FCEA (2006). Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. México, D.F./CEMDA Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. México, D.F. 2006. El Agua en México, lo que todas y todos debemos saber. Primera edición. Disponible en <https://fcea.org.mx/>

Fossi, M., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L., Minutoli, R., (2012). Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale *Balaenoptera physalus*. Marine Pollution Bulletin, (64), 2374-2379. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.013>

Gómez Montejo, Alicia E. (2010) Monografía del Municipio de Campeche. H. Ayuntamiento de Campeche. <https://www.iberlibro.com/primer-edicion/MONGRAFIA-MUNICIPIO-CAMPECHE-Gomez-Montejo-Alicia/6141538773/bd>

González Solís, A., Torruco Gómez, D. (2001). La fauna béntica del Estero de Sabancuy, Campeche, México. Revista de Biología Tropical (Rev. Biol. Trop.), vol.49, n.1, pp.31-45. ISSN 0034-7744

Guzmán Hernández V. (2000) Informe final del programa de investigación y Protección de tortugas marinas en Isla de Carmen, Campeche, México Temporada 2000. Doc. Tec. del Centro Reg. De Investí. Pesquera de Cd. Del Carmen N° 10 SEMARNAP/INP/CRIP/PEP UPMP Desarrollo Ecológico CD. Del Carmen AC.18pp.

Hernández-Crisóstomo, C. D, Delgado-Aguilar, I., Vargas Varela, V. (2023). Identificación y cuantificación de micro plásticos en sedimentos de tres playas recreativas de la costa de Campeche. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez-Melo, D. Valencia-Enríquez, S. Gómez-Herrera, J. M. López-Moreno y J. M. Villota-Paz, Avances y desafíos en las ciencias y la ingeniería: nuevos conocimientos para un futuro sostenible (pp. 191-206). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.208.c360>

INECC. (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

INEGI (a2021). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda. Panorama sociodemográfico de Campeche: Censo de Población y Vivienda 2020, México 2021. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197759.pdf

INEGI (b2021). Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Anuario Estadístico y Geográfico de Campeche 2021, México 2021. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_04.pdf

INEGI (2017). Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Anuario estadístico y geográfico de Campeche. www.inegi.org.mx

INEGI (2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. Anuario estadístico y geográfico de Campeche. www.inegi.org.mx

INEGI (2021). Panorama sociodemográfico de México. 2020. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825197711.pdf>

Jain, D. y Pathare, P. (2007). Study the drying kinetics of open sun drying of fish. Journal of Food Engineering, 78, 1315–1319.

Maya, Cano Diagnóstico sectorial para la planeación del estado de Campeche. (INIFAP): <https://www.researchgate.net/publication/372855137>

Rosengaus Moshinsky M., Martín Jiménez Espinosa, María Teresa Vázquez Conde (2002). Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. IMTA, CENAPRED.

ONU (2002). Organización de las Naciones Unidas 2002. “Agua y Cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura”. Roma.

ONU (2019). La Agenda para el Desarrollo Sostenible. ONU. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>.

ONU. Asamblea General de las Naciones Unidas, “ Desarrollo sostenible” (2015) (Consulta octubre, 2023), [En línea]. Disponible en <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

Padilla, N. A. (2020). Reflexiones sobre Calentamiento Global y Turismo. Principales riesgos ambientales y regiones turísticas afectadas. *Entorno Geográfico*, (20), 1-22. doi: 10.25100/eg.v0i20.10557 <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3445/1/padilla-2020.pdf>

PEDDEC (2022). Plan Estatal De Desarrollo Del Estado De Campeche 2021-2027. Periódico Oficial Del Estado San Francisco De Campeche, Cam., Tercera Sección, enero 14 de 2022. <https://campeche.gob.mx/wp-content/pedelectronico/index.html>

Peña Puch, A. del C., Pérez Jiménez, J. C., Munguía Gil, A., & Espinoza Tenorio, A. (2021). Sistemas socio-ecológicos como unidad de manejo: el caso de las pesquerías de Campeche, México. *Economía Sociedad Y Territorio*, 21(65), 113–145. <https://doi.org/10.22136/est20211601>

Posada, G., Durán, G., Silva, R., Maya, M. E., y Salinas, J. A. (2010). Vulnerability to coastal flooding induced by tropical cyclones. *Coastal Engineering* 2010, 1–14.

SEMABICCE (2022). Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y energía. <https://www.semabicce.campeche.gob.mx/lasecret>

SEMARNAT (2013). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>

SEMARNAT (2017). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Estadísticas del Agua en México. Consultado en https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/PDF/EAM_2017.pdf

Scheffer, M., Carpenter, S. R., Foley, J. A., Folke, C. & Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413: 591-596.

SEMARNAT. (2022). Medio Ambiente. Secretaria del medio ambiente y recursos naturales. <https://www.gob.mx/semarnat>

SMAAS (2015). Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentables Programa Estatal ante el Cambio Climático, 2030. Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, México. Primera edición. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>

Tiano, J. C., Witbaard R., Bergman M. J. N., van Rijswijk P., Tramper A., van Oevelen D. & Soetaert K. (2019). Acute impacts of bottom trawl gears on benthic metabolism and nutrient cycling. *ICES Journal of Marine Science*

Torres, V., Márquez, A. Z., Bolongaro, A., Chavarria, J., Expósito, G., y Márquez, E. (2010). Tasa de erosión y vulnerabilidad costera en el estado de Campeche debidos a efectos del cambio climático.

Vargas-Canto, M. G., Espinosa-Guzmán, A. A., Cerón-Bretón, J. G., Zavala de la Rosa, A., & Amaro-Amaro, E. O. (2023). Análisis de riesgo para metales pesados en partículas PM10 en dos sitios de Campeche. *Journal of Basic Sciences*, 9(25), 27-43.
<https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs/article/view/6135>

ENTREGABLE NO.2



Diagnóstico de la problemática ambiental y sus consecuencias en la salud pública en la comunidad pesqueras de Lerma Campeche, por la generación y presencia de residuos sólidos



PROYECTO PRONACES: PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGÍA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACIÓN EN COMUNIDADES RURALES". NUMERO CONAHCYT 319524.

Índice

<u>1</u>	<u>PRESENTACIÓN</u>	2
<u>2</u>	<u>INTRODUCCION</u>	4
<u>3</u>	<u>Enfermedades generadas por la contaminación del aire</u>	6
	.....	6
<u>3.1</u>	<u>El caso de la Central termoeléctrica de Lerma y las enfermedades respiratorias en la población</u>	10
<u>4</u>	<u>Enfermedades generadas por la contaminación del agua</u>	12
	.....	12
<u>4.1</u>	<u>Contaminación química del agua</u>	13
<u>4.2</u>	<u>Contaminación bacteriológica del agua</u>	14
<u>4.3</u>	<u>Contaminación por residuos sólidos municipales</u>	14
<u>4.4</u>	<u>Contaminación por plaguicidas</u>	15
<u>5</u>	<u>Enfermedades generadas por el manejo inadecuado de los residuos orgánicos</u>	16
<u>6</u>	<u>Enfermedades generadas por la proliferación de fauna nociva</u>	17
<u>6.1</u>	<u>Enfermedades causadas por Virus Flavivirus</u>	18
<u>7</u>	<u>Enfermedades generadas en el ambiente laboral</u>	19
	.....	19
<u>7.1</u>	<u>Condiciones laborales y las enfermedades</u>	19
<u>7.2</u>	<u>El Alcoholismo en pescadores ribereños</u>	20
<u>8</u>	<u>El cambio climático y la salud humana</u>	21
	.....	21
<u>8.1</u>	<u>Cambio climático</u>	21
<u>8.2</u>	<u>Afectaciones a la salud por calor extremo</u>	22
<u>8.3</u>	<u>Afectaciones a la salud por fenómenos hidrometeorológicos extremos</u>	23
<u>8.4</u>	<u>Medición de los efectos del cambio climático en la Salud</u>	24
<u>8.5</u>	<u>Capacidad de adaptación de la comunidad de Lerma</u>	25
<u>9</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	26
	.....	26
<u>10</u>	<u>REFERENCIAS</u>	27

1 PRESENTACIÓN

El presente trabajo forma parte de los entregables planteados en el proyecto de investigación titulado: *“Gestión integral de los residuos de una planta de secado termo solar de productos marítimos, implementada en comunidades pesqueras marginadas de Campeche y sus implicaciones en la calidad de vida digna y productiva de la población”*, aprobado en la Convocatoria de Estancia Posdoctoral por México Convocatoria 2023 (1), Modalidad 2, Estancia Posdoctoral de Incidencia.

Este proyecto se circunscribe al Proyecto PRONACES *“Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”*; número CONAHCYT 319524, dirigido por la Dra. Margarita Castillo Téllez, Profesora-Investigadora SIN, Nivel 1, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, responsable del Programa Institucional de Uso eficiente de agua y Manejo de aguas residuales de la Coordinación General de Sustentabilidad de la UACAM.

La contaminación antropogénica genera el deterioro del ambiente y sus recursos y exacerba los efectos del cambio climático, al mismo tiempo impactan negativamente la salud de la población, ocasionando diversas enfermedades como las infecciones bacterianas transmitidas por la ingesta de agua y alimentos contaminados, con vectores infecciosos, con inundaciones por tormentas y con temperaturas extremas de calor y de frío.

El desarrollo industrial genera año con año nuevos productos y sustancias líquidas, sólidas y gaseosas; hasta el año 1998 se habían identificado 18 millones de sustancias químicas sintéticas. De estas, la Agencia para la Protección el Ambiente de los Estados Unidos de América (EPA), sólo ha evaluado dos mil productos nuevos por año, por lo que los efectos adversos para la salud de la población, de muchos productos de uso cotidiano se desconocen.

Cabe resaltar que, en México, desde 1998, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) pudo determinar una contaminación excesiva en los acuíferos de los estados de Baja California y Quintana Roo, y acuíferos fuertemente contaminados en los estados de Campeche, Durango, Torreón, San Luis Potosí, Yucatán y Zacatecas. Este escenario da cuenta del problema ambiental de las fuentes de abastecimiento del país y las repercusiones que puede tener en la salud de los consumidores. En complemento, la contaminación bacteriológica, con coliformes totales y fecales, es más recurrente en los estados con mayor índice de marginación como Chiapas, Oaxaca, Guerrero Veracruz, en particular en las comunidades rurales que no cuentan con servicios de agua potable y alcantarillado y en poblaciones que carecen de un procedimiento de desinfección adecuado en su sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.

Los municipios del estado de Campeche actualmente enfrentan graves dificultades en el manejo de los residuos sólidos urbanos, como la falta de recursos técnicos y económicos, el crecimiento de la población, sus patrones de producción y consumo.

La disposición final de los residuos en tiraderos a cielo abierto emite olores desagradables, genera infiltraciones de lixiviados al suelo, favorece la contaminación de mantos acuíferos o cuerpos de agua cercanos y produce polvos y gases irritantes nocivos para la salud (PEDDEC 2022).

Los residuos de pescado sin un manejo adecuado se pueden convertir en fuente de contaminación ambiental y un peligro para la salud de la población. Así, uno de los objetivos principales de la Planta de secado comunitaria es aportar valor agregado los residuos pesqueros y transformarlos en harina, materia prima de múltiples usos, con alta demanda nacional.

El presente trabajo se realizó durante los meses de noviembre y diciembre de 2023, y consiste en el diagnóstico de las consecuencias en la salud pública de la comunidad pesquera de Lerma Campeche, por la generación y presencia de residuos sólidos. Se realizó una revisión de las enfermedades generadas por la contaminación del aire, las enfermedades generadas por la contaminación del agua; las enfermedades por el manejo inadecuado de los residuos orgánicos, las enfermedades generadas por la proliferación de fauna doméstica y las enfermedades derivadas del ambiente laboral. Cabe resaltar los efectos del calentamiento global y el cambio climático que han potencializado enfermedades en la población social y económicamente marginada.

Agradecimientos.

Agradezco el apoyo en la elaboración de este trabajo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche a través del Proyecto PRONACE FOP04-2021-03-319524 “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales” y al CONAHCYT por la beca de estancia posdoctoral otorgada.

2 INTRODUCCION

La calidad de vida de la población está íntimamente ligada al entorno ambiental, en particular, la salud de la población se ve influenciada positiva o negativamente por factores ambientales. Desde 2006, se considera que en México el 35% de las enfermedades de la población tiene su origen en factores ambientales y un 15% de los padecimientos a exposiciones ocupacionales. Una limitante para atender esta problemática es la falta de información estadísticas que permita priorizar los riesgos de la población, así como las intervenciones para mitigarlos o eliminarlos (Posadas et al., 2013).

Actualmente prevalece el desconocimiento de los patrones de frecuencia y comportamiento de muchas enfermedades que aquejan a la población. Cabe resaltar que muchos de los daños en la salud de la gente por la contaminación ambiental no se presentan tempranamente, sino que se exteriorizan en el mediano y largo plazo, por lo que sus efectos adversos, permanecen imperceptibles por varios años, lo que limita su atención médica.

La Secretaría de Salud del estado de Campeche se encarga de brindar los servicios de salud a la comunidad de Lerma. La esperanza de vida promedio de la población es de 76 años. Por sexo, la esperanza de vida masculina es de 74, mientras que la femenina es de 78 años. La tasa de mortalidad de niños menores de 5 años es de 15 por cada 1,000 niños (CONAPO, 2024). Dicho valor está muy por debajo de las ciudades con un tamaño similar de población. En este escenario, la medicina preventiva y la identificación de las causas pueden aportar un mayor beneficio a la salud de la población.

Los problemas ambientales que afectan la salud de la población pueden ser de origen natural o generados por la acción del hombre. Los desastres naturales más frecuentes son los hidrometeorológicos, siendo los huracanes o ciclones, los más peligrosos para la zona costera. Año con año estos fenómenos generan enfermedades a la población y daños a sus casas por las inundaciones y a sus embarcaciones por el oleaje.

Otros tipos de desastres ambientales, que pueden afectar gravemente la salud de la población, son los generados por las actividades del hombre, cuando utilizan sustancias peligrosas, que contaminan el ambiente y sus recursos. La actividad petrolera es un ejemplo de la actividad humana que caracteriza a la zona de Campeche y representa un riesgo para la salud de la población costera por las fugas y los derrames de hidrocarburos, explosiones, incendios y fugas de gas L.P., gasolina, combustóleo y petróleo crudo en instalaciones fijas (Posada et al. 2013). Estos desastres tienen un efecto negativo en el ambiente por el daño que provocan al contaminar el agua y el suelo.

El Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED 2001) registra los datos estadísticos de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos y sísmicos y la población afectada. Sin embargo, también se requiere de identificar las causas de las enfermedades por problemas ambientales que prevalecen en la actualidad en el estado y en particular en el municipio donde se localiza la comunidad de Lerma, con el objetivo de generar información de utilidad dirigida a los responsables de atender los problemas ambientales y sus efectos sobre la salud de la población.

Es importante contar con información veraz para entender la magnitud que un desastre ambiental, natural o antropogénico, puede provocar en la salud de la población e identificar las acciones para prevenir y controlar sus efectos.

En el trabajo titulado “Problemática ambiental que prevalece en las comunidades pesqueras de Lerma, Seybaplaya, Punta Xen y Sabancuy del estado de Campeche, México”, se describió la problemática ambiental que prevalece en las cuatro comunidades pesqueras.

En el presente trabajo se abordan los problemas de salud pública de la comunidad pesqueras de Lerma, Campeche; que pueden acontecer entre la población por la contaminación ambiental y la presencia de residuos sólidos municipales.

La Tabla 1. Contiene ejemplos de vínculos indicativos entre el factor de riesgo ambiental y la enfermedad o condición de enfermedades infecciosas y parasitarias; enfermedades neonatales y nutricionales; y enfermedades no transmisibles y su relación con diversos riesgos ambientales. Los valores indicativos permiten un acercamiento a los riesgos de mayor importancia asociados a cada enfermedad o condición (Moreno, (2022).

Tabla 1. Ejemplos de vínculos indicativos entre el factor de riesgo ambiental y la enfermedad o condición

Enfermedades	Factor de riesgo ambiental										
	WASH*	Quema de combustibles en interiores	Tabaquismo de segunda mano	Contaminación atmosférica	Agentes químicos	Otros riesgos domésticos	Ambiente recreativo	Otros riesgos comunitarios	Radiación	Ocupacional	Cambio climático
<i>Enfermedades infecciosas y parasitarias</i>											
Enfermedades respiratorias		●	●	●		●					
Enfermedades diarreicas	●						●				●
Dengue						●				●	●
Tuberculosis		●				●					
<i>Enfermedades neonatales y nutricionales</i>											
Condiciones neonatales	●	●	●	●	●					●	○
Desnutrición proteico-calórica	●							●			●
<i>Enfermedades no transmisibles</i>											
Cánceres		●	●	●	●			●	●	●	
Enfermedades cardiovasculares		●	●	●	●					●	●
EPOC		●	●	●						●	
Diabetes		●	●	●							
Asma		●	●	●	●	●				●	○

El conocimiento de los riesgos de mayor importancia asociados a cada enfermedad o condición, permitirá establecer políticas públicas o acciones específicas de control, en beneficio de la comunidad.

A continuación, se describen las enfermedades que se pueden derivar de las condiciones ambientales en la comunidad de Lerma, como son las enfermedades procedentes de la contaminación del aire, las enfermedades generadas por la contaminación del agua; las enfermedades por el manejo inadecuado de los residuos orgánicos, las enfermedades generadas por la proliferación de fauna doméstica, las enfermedades derivadas de ambiente laboral y las de los efectos del cambio climático en la salud de la población.

3 Enfermedades generadas por la contaminación del aire

A continuación, se hace una relación de las enfermedades derivadas de las condiciones ambientales que pueden afectar a la comunidad de Lerma, iniciamos con las enfermedades derivadas de la contaminación del aire.

Los contaminantes suspendidos en el aire, naturales o antropogénicos, son factores de riesgo para la aparición de las enfermedades respiratorias en la población. El efecto tóxico y alérgico en la salud humana que se da a través del aire, dependen de las propiedades físicas y químicas de los contaminantes presentes, así como de la dosis que se inhala, del tiempo, la frecuencia de exposición y también de las características de la población expuesta. La exposición a la contaminación del aire puede incrementar la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas como asma, cáncer pulmonar, dolor pulmonar, tos, dolor de cabeza y garganta, irritación y lagrimeo de los ojos (Vázquez-García et al., 2012). La Figura 1 muestra el número de fallecimientos relacionados con las principales causas de mortalidad en el estado de Campeche. Enfermedades como las malformaciones congénitas, las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y las enfermedades cerebrovasculares, en muchos casos, tienen su origen en la contaminación ambiental, en particular la contaminación del aire.

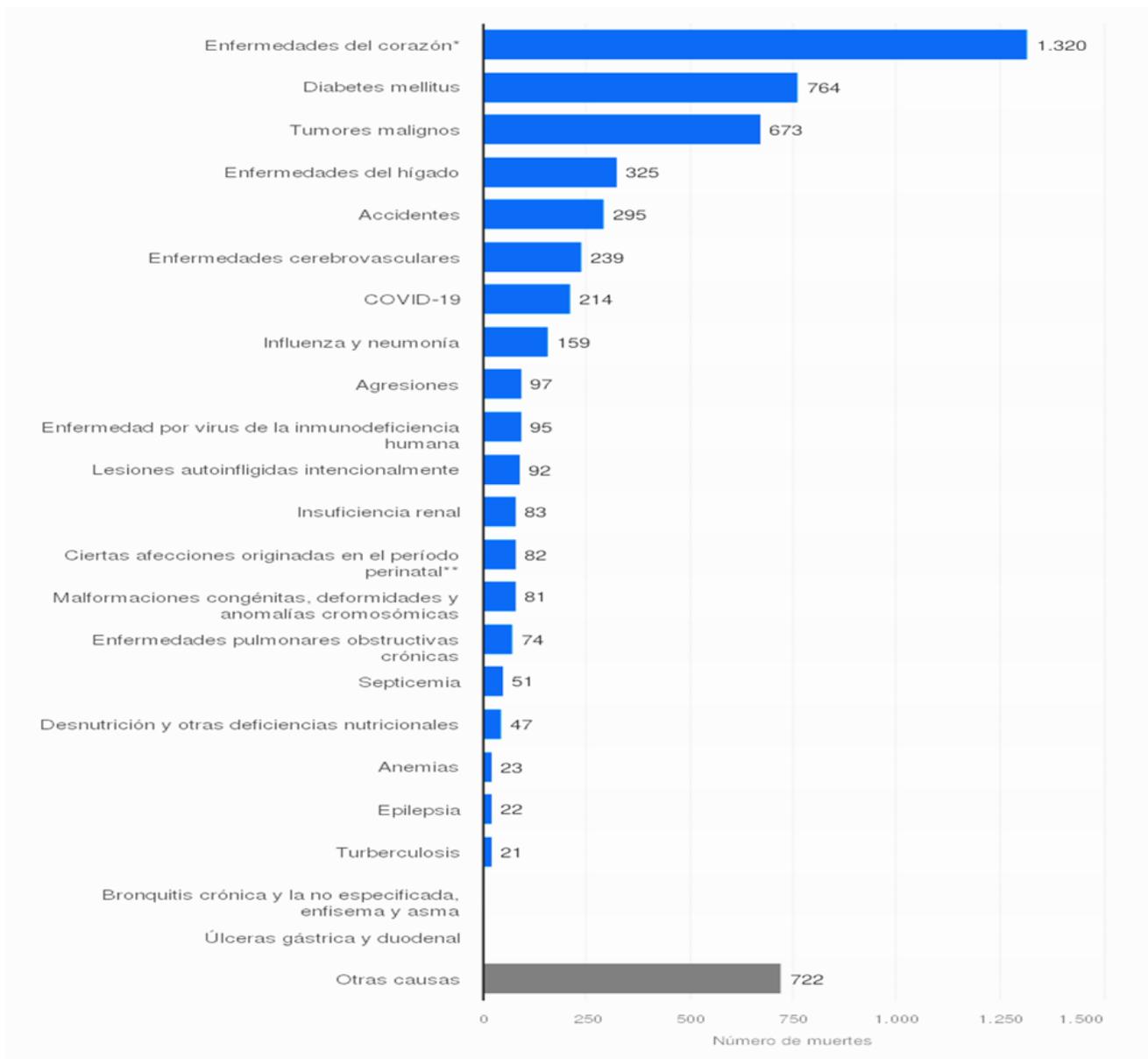


Figura 1. Número de fallecimientos, según las principales causas de mortalidad en el estado de Campeche (CONAPO, 2024)

El humo de la combustión de los residuos sólidos urbanos en el traspatio o de un tiradero a cielo abierto, es una práctica común en las comunidades de Campeche que, año con año afecta la visibilidad en las carreteras aledañas y en el centro de las ciudades. El monóxido de carbono, el azufre y otras partículas que conforma dichos gases, afectan gravemente las vías respiratorias de la población que las inhala, además favorece a la formación de la lluvia ácida que acelera la disolución de los carbonatos de la roca caliza.

La exposición a los contaminantes se puede catalogar como aguda y crónica, dependiendo del período de exposición y a la concentración de contaminantes. La exposición aguda se presenta a concentraciones elevadas de contaminantes en corto tiempo que puede ocasionar daños generales al cuerpo humano. Por otra parte, la exposición crónica involucra exposiciones de largo plazo a concentraciones relativamente bajas de contaminantes. El incremento de enfermedades

como la bronquitis se reporta como un resultado de la exposición crónica. En estas circunstancias, los contaminantes van ocasionando daños a la salud humana como respuesta a factores acumulados, interactuantes y recurrentes (Vázquez-García et al., 2012).

Las enfermedades del tracto respiratorio superior e inferior como la bronquitis, neumonía y enfermedades pulmonares obstructivas, son un ejemplo de la morbilidad asociada a la exposición aguda. Los efectos a la salud debidos a una exposición crónica a contaminantes atmosféricos son similares a los reportados para una exposición aguda. Existen reportes que indican un incremento en la mortalidad, principalmente en individuos de la tercera edad con padecimientos respiratorios y cardiovasculares (Vázquez-García et al., 2012).

Las infecciones respiratorias agudas como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), son considerados como los padecimientos que más se relacionan con la contaminación atmosférica tanto en el área rural como en la urbana.

Los padecimientos respiratorios agudos como la rinofaringitis, laringitis, bronquitis aguda, etc., generados por virus, alérgenos y bacterias se presentan con síntomas semejantes, lo que dificulta la identificación de la causa del padecimiento. Los agentes contaminantes actúan sobre la mucosa nasal generando estornudos, obstrucción, catarro, sequedad faríngea, dolor a la deglución, disfonía y tos.

La pandemia del COVID-19, es un triste ejemplo de lo peligrosa y letal que puede ser una pandemia por un virus y el grave daño que puede causar en la salud de la población de todos los estratos sociales y de todas las edades, principalmente aquellas más vulnerables (Escudero et al., 2020)

La tasa de morbilidad para las infecciones respiratorias agudas también se relaciona con factores como la pobreza, la marginación, la desnutrición y la falta de acceso a los servicios de salud, así como las condiciones fisicoquímicas y meteorológicas de cada zona.

La infección respiratoria aguda continúa siendo la segunda causa de morbilidad en México principalmente entre los niños menores de 5 años y los adultos de 65 años y más, debido a que en estos últimos se ha debilitado su sistema inmunológico de las vías respiratorias por desgaste de los mecanismos de protección del aparato respiratorio. En los niños menores de 5 años expuestos a factores infecciosos y ambientales, la causa se debe a que su sistema de defensa del aparato respiratorio aún no alcanza la capacidad suficiente para protegerlos. Dado que los niños respiran más rápido que los adultos, la cantidad de aire inhalado es sustancialmente mayor en relación al tamaño y peso de los niños. En los adultos de la tercera edad se ha debilitado el sistema inmunológico, sobre todo con la pérdida de surfactante que es una de las características del pulmón senil (Vázquez-García et al., 2012).

La exposición a fuentes de contaminación microbiológica y química en espacios abiertos o cerrados puede provocar asma o complicar el asma de un enfermo. La respuesta sintomática y funcional de una persona asmática depende de la concentración de contaminantes, la frecuencia y duración a la exposición del mismo. El polvo en el interior del hogar es el factor determinante para este incremento de morbilidad por asma. El polvo intradomiciliario en condiciones de

humedad relativa de 75 -80 % y una temperatura entre 25 -28 °C pueden incrementar la morbilidad por asma en la población infantil (Vázquez-García et al., 2012). De igual forma, el uso de equipos de aire acondicionado sin mantenimiento y con una gran cantidad de polvo y hongos acumulados, pueden desencadenar crisis de asma. Este es el caso de Campeche que registra una tasa superior a la nacional.

La ocupación de las personas es un factor de riesgo para el aumento de la tasa de mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Por ejemplo, existen trabajadores de ciudades industrializadas y mineras que durante su jornada laboral se exponen a polvo de carbón, sílice y cadmio en minas (Mejía-Ávila, 2024).

El tabaquismo también es un factor de riesgo de morbilidad y mortalidad en nuestro país y en el resto del mundo. En México, el tabaquismo provoca cinco muertes en su población cada hora. La atención de las enfermedades respiratorias del tabaquismo genera altos costos al sistema de salud. El no fumar o dejar de fumar reduce en 300% el riesgo de sufrir un infarto cardíaco y de 200% de desarrollar enfermedades cerebrovasculares y pueden agregar hasta 8 años a la esperanza de vida. El abuso en el consumo de tabaco se asocia con muerte y discapacidad debidas a tumores malignos en boca, esófago, hígado, páncreas, cérvix, vejiga y pulmón, afecciones cardiovasculares como hipertensión, enfermedad isquémica, enfermedad cerebrovascular y enfermedad pulmonar obstructiva crónica y en las mujeres embarazadas provoca en los bebés bajo peso al nacer (Davía et al., 2022).

El humo ambiental de tabaco es un aerosol formado por una mezcla de más de cuatro mil sustancias, incluidos óxidos de nitrógeno, nicotina, monóxido de carbono y sustancias carcinógenas y carcinógenas, como amonio, nitrosaminas aromáticas y volátiles. El tabaquismo involuntario es la causa de diversas enfermedades, como el cáncer de pulmón, algunos padecimientos respiratorios como neumonía, bronquitis y enfermedad cardiovascular. Los niños expuestos involuntariamente al humo del tabaco son los que tienen mayor riesgo de enfermarse, especialmente a temprana edad, debido en mucho a la inmadurez de su sistema inmunológico. El sitio de mayor exposición de los fumadores pasivos es la vivienda, seguida del salón de clases y del sitio de trabajo. En todos los casos los hombres muestran mayor exposición al tabaco en forma pasiva. Las edades con mayor número de fumadores pasivos son entre los de 12 a 29 años (Davía et al., 2022).

La contaminación del aire al interior de la vivienda ocasionada por la combustión de leña o carbón para cocinar constituye también un problema de salud pública con repercusiones en la población menor de cinco años y mujeres en edad reproductiva, ya que se exponen a una concentración de 550 mg/ m³ de partículas totales varias horas al día (González-Díaz et al 2022). El estado de Campeche se encuentra en la zona del país con mayor proporción de personas expuestas al uso de leña y carbón, particularmente la población de las áreas rurales donde se encuentra la población más desprotegida.

3.1 El caso de la Central termoeléctrica de Lerma y las enfermedades respiratorias en la población.

En la comunidad de Lerma, se instaló desde 1976 la Central Termoeléctrica de Lerma, con la finalidad de proveer de suficiente energía eléctrica a las entidades de Campeche y Quintana Roo (Figura 2).



Figura 2. Acceso principal de la Central Termoeléctrica de Lerma.

Esta planta cuenta con una capacidad efectiva de 150 MW y una generación bruta de 429 Giga Watts/hora. Funciona a base de combustóleo, que al quemarse genera emisiones tóxicas de vanadio y plomo, entre otras. Cuenta con dos tanques de almacenamiento de combustible para su funcionamiento. A 47 años de su puesta en marcha, la población aledaña a esta central se ha visto afectada en su salud y en sus actividades de pesca y turismo. La operación de la Central Termoeléctrica de Lerma (CTL) genera emisiones de gases contaminantes que excedan los valores considerados normales cuando se trata de combustóleo. Para el dióxido de carbono la tasa de emisión de la CTL es de 963 y excede un 27%; para el dióxido de azufre es de 23 y excede un 80%. Para los óxidos de nitrógeno la tasa está ligeramente por debajo de la normal (Vargas-Canto et al., 2023).



Figura. Vista general de la Central Termoeléctrica de Lerma

Estos contaminantes, durante 47 años, han impactado negativamente en la salud de la población y en el medio ambiente. El dióxido de carbono causa diversos daños a la salud como la discapacidad para respirar, dolor de cabeza, mareo, sudor y fatiga; bajo rendimiento mental, afecciones cardíacas y problemas visuales. En el medio ambiente es un gas de efecto invernadero, que favorece la intensidad y frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, como la lluvia ácida y el incremento de fenómenos de erosión en zonas costeras. El dióxido de azufre causa dificultad para respirar, inflamación de las vías respiratorias, irritación ocular, alteraciones psíquicas y colapso respiratorio. De igual forma es un gas de efecto invernadero que contribuye al deterioro ambiental generado por el cambio climático. Otro problema ambiental que genera la operación de la CTL tiene que ver con los derrames de combustóleo durante el manejo de este combustible (Vargas-Canto et al., 2023). En años recientes los derrames accidentales han contaminado la playa del balneario conocido como Playa Bonita, lo que ha generado afectaciones económicas en la comunidad.

4 Enfermedades generadas por la contaminación del agua

Las fuentes de abastecimiento con agua de calidad, apta para consumo humano, son fundamentales para garantizar la salud pública y el bienestar de la población, debido a que muchas enfermedades son causadas por contaminantes químicos y organismos patógenos presentes en el agua contaminada. En México, uno de los principales problemas ambientales y de salud pública que enfrenta el país es el deficiente saneamiento básico y la mala calidad del agua con que se abastece a la población.

Durante mucho tiempo se consideró al agua un recurso natural renovable e inagotable y la realidad nos ha demostrado que no es así. Actualmente el acceso al vital líquido es limitado y en muchas regiones han generado conflictos entre comunidades y aun entre países. Por otro lado, la calidad del agua potable que llega a la casa para su consumo depende de múltiples factores como son: la calidad de la fuente de abastecimiento, el tratamiento en plantas potabilizadoras, las condiciones depósitos domiciliarios, la presencia de metales ocasionada por la corrosión de los sistemas de tuberías de la red de distribución domiciliaria entre otros (SEMABICCE, 2022).

La actividad humana contamina el agua al verter sustancias nocivas directamente en ella o cuando los desechos que depositamos en el suelo escurren y se infiltran hasta alcanzar los cuerpos de agua. Los hogares son una fuente de contaminación ya que, para la limpieza e higiene cotidiana, se utilizan de forma indiscriminada detergentes, blanqueadores, suavizantes, jabones, champús, etc. Todos ellos se vierten al drenaje y contaminan acuíferos, ríos, lagos y el mar. Esta situación genera la eutrofización del agua, consumen el oxígeno y afecta las condiciones de vida de los peces y las plantas que viven en ella (Moreno 2022).

La industria también es una fuente de contaminación del agua. Después de utilizarla en distintos procesos, el agua se desecha al drenaje enriquecida con sustancias tóxicas como el mercurio, el cromo, metales pesados y compuestos orgánicos derivados de los hidrocarburos, como el arsénico, el cianuro y el antimonio. Entre las industrias que más contaminan el agua están la del papel, la del azúcar y la del plástico.

La basura generada por las industrias, los servicios públicos, en los domicilios y también la que se tira en las calles, los baldíos y las playas, es una fuente potencial de contaminación del agua, ya que puede permanecer mucho tiempo estática en los depósitos y al mojarse genera lixiviados, líquidos con alta concentración de contaminantes, los cuales sin un manejo adecuado se van filtrando en el subsuelo y ocasionan que los mantos acuíferos se contaminen (Moreno 2022).

Actualmente, la contaminación microbiológica del agua en la comunidad de Lerma es un grave problema de salud pública, ya que puede provocar enfermedades gastrointestinales como diarrea, tifoidea o cólera, meningitis, encefalitis, síndromes respiratorios, hepatitis e incluso padecimientos congénitos. Estas enfermedades son la tercera causa más importante de muerte infantil en el país (Moreno, 2022).

El agua contaminada no apta para consumo humano proviene de fuentes de abastecimiento de agua de mala calidad expuesta a la inadecuada disposición de excretas, al inadecuado manejo de los residuos sólidos municipales, al deficiente control de fauna nociva, a las deficiencias en la higiene en el interior de las viviendas y los espacios públicos.

El agua potable y los tratamientos de potabilización garantizan la inocuidad del líquido vital, previene de riesgos a infecciones o intoxicaciones agudas y disminuye los riesgos de enfermedades como el cáncer (Moreno, 2022).

Los encargados del control, la operación y el mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable deben estar conscientes que las deficiencias en el cumplimiento de estas tareas pueden exponer a la población a un mayor riesgo de enfermedades de origen hídrico.

La fuente de abastecimiento de toda la península de Yucatán, incluido el estado de Campeche, es el agua subterránea y aunque su acuífero se considera subutilizado, la calidad del agua año con año se ve mermada debido a la gran cantidad de contaminantes que permanentemente se vierten en él.

El acceso a agua limpia es trascendental para prevenir y contener las enfermedades, pues de acuerdo con la Secretaría de Salud, una de las acciones más efectivas para reducir el contagio es el lavado frecuente de manos, como quedó evidenciado durante la epidemia del COVID-19. (PEDDEC, 2022).

4.1 Contaminación química del agua.

La turbiedad, el color, el sabor y el olor del agua influyen en el comportamiento de los consumidores. La presencia de sustancias químicas en el agua para consumo humano puede afectar la salud tras períodos de exposición prolongados, por tener propiedades tóxicas acumulativas, como los metales pesados y las sustancias carcinógenas.

En las zonas rurales, el empleo excesivo de productos agroquímicos puede dar lugar a altas concentraciones de plaguicidas en el agua y producir efectos crónicos en la salud de la población expuesta. La presencia de nitrato y nitrito en el agua, pueden ser el resultado de una aplicación excesiva de fertilizantes o de la lixiviación de aguas servidas con desechos orgánicos en las aguas subterráneas o superficiales, que sirven de fuentes de abastecimiento. La metahemoglobinemia es una enfermedad mortal causada por altas concentraciones de nitrato en el agua que consumen en los lactantes (Moreno, 2022).

4.2 Contaminación bacteriológica del agua.

La contaminación bacteriológica del agua para consumo humano puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales-bacterianos, virales y parasitarios relacionados con enfermedades y portadores de tipo microbiano que puedan existir en ese momento en la comunidad.

Los coliformes fecales y E. Coli son los parámetros bacteriológicos fuera de norma más comúnmente encontrados en el agua contaminada por heces fecales. Beber esta agua contaminada con organismos patógenos o emplearla en la preparación de alimentos, puede multiplicar el número de casos de infección en la población en general.

Las enfermedades transmisibles por el agua se relacionan con tres vías de exposición: ingestión del agua para consumo humano y en actividades como la natación o por el consumo de hortalizas y frutas regadas con aguas residuales, por actividades recreativas en piscinas o cuerpos de agua contaminados y por inhalación en baño en regadera o empleados en establecimientos de lavado de autos. Existen condiciones graves del saneamiento ambiental en áreas suburbanas o rurales, como ausencia de drenaje, dotación de agua de consumo sin calidad adecuada y mal manejo de basura y excretas que generan enfermedades gastrointestinales como la diarrea por sus deficientes condiciones sanitarias (Moreno, 2022).

La falta de un adecuado saneamiento básico y la mala calidad del agua potable son factores que contribuyen con un 90% a que la tasa de morbilidad por infecciones intestinales agudas que a su vez se relacionan con el grado de marginación y la pobreza de la población.

4.3 Contaminación por residuos sólidos municipales

México enfrenta una serie de graves problemas relacionados con la generación, manejo y disposición final de los Residuos Sólidos Municipales (RSM). En la actualidad se generan grandes cantidades de estos residuos, que superan la capacidad de los organismos municipales encargados de su gestión.

Una tarea de vital importancia es implementar acciones concretas para reducir la generación de RSM, de manera que los volúmenes que ingresan a los sitios de disposición final también disminuyan y logras disponer de manera eficiente los residuos terminales que deben confinarse, de acuerdo a la normatividad vigente, para proteger la salud pública y el medio ambiente. La reducción en la tasa de producción de basura per cápita ayudará a disminuir los costos de los servicios y a incrementar la vida útil de los sitios de disposición final (Moreno, 2022). Estas acciones consecuentemente coadyuvan a reducir la utilización de combustibles y recursos naturales.

Los residuos sólidos municipales (RSM) son todos los materiales de desecho generados en domicilios, comercios, establecimientos de transformación y servicio, centros educativos, redes viales y áreas públicas. En conjunto forman una mezcla heterogénea de materiales, degradables y no degradables, con distintas características físicas, químicas y biológicas; lo cual hace que su manejo, tratamiento y disposición final sea difícil y demande personal y recursos que se acrecientan con el tonelaje, tipo y características de los residuos. La tendencia actual en el ámbito nacional es el incremento de la disposición final de los RSM en rellenos controlados y la disminución de la disposición en tiraderos al cielo abierto o en rellenos de tierra no controlado (Moreno, 2022).

4.4 Contaminación por plaguicidas

En México, los problemas más urgentes que se presentan por intoxicaciones agudas, tanto en trabajadores como en población general, se deben a la exposición por plaguicidas. Existen estudios sobre los efectos crónicos por acumulación de insecticidas organoclorados en la leche materna o tejido adiposo, así como por efectos neurotóxicos de ciertos insecticidas organofosforados y los efectos pulmonares de algunos herbicidas del tipo dipiridilo, herbicidas sólidos, insípidos e inodoros y muy solubles en agua. En México la información toxicológica por plaguicidas es limitada. De acuerdo con el Centro Regional de Toxicología de los Servicios de Salud de Nayarit las diez principales causas de Intoxicación reportadas al fueron: plaguicidas con 49 casos (30.6%), alcohol 48 casos (29.6%), picadura de alacrán 28 casos (17%), mordedura de serpientes 9 casos (5.5%) picadura de araña viuda negra, 9 casos (5.5%) intoxicaciones por benzodiacepinas 5 casos (3%), salicilatos 5 casos (3%), cocaína 4 casos (2.4%), fosforo de zinc 3 casos (1.8%) y paraquat 2 casos (1.2%) (Zelaya- Molina et al., 2022).

Son múltiples las causas que influyen en el posible subregistro de intoxicaciones por plaguicidas, entre ellas la dificultad de acceso a los servicios de salud, la falta de reporte por los médicos particulares, el desconocimiento de la población real en riesgo, la inadecuada capacitación de los médicos pasantes en las comunidades rurales para el diagnóstico. La falta de capacitación en el manejo seguro de sustancias tóxicas en los ambientes laborales, principalmente de plaguicidas, es la causa del subregistro, se considera que por cada caso de intoxicación por plaguicida 5 no se registran. El estimado por parte de la Organización Panamericana de la Salud, para las tasas de intoxicación en los países latinoamericanos, hace referencia de que por cada caso notificado existen 50 no notificados (OPS, 2002).

5 Enfermedades generadas por el manejo inadecuado de los residuos orgánicos.

El deficiente manejo de los residuos sólidos municipales y en particular los residuos producto de la actividad pesquera representan un riesgo para la salud de las comunidades. La descomposición de los desechos orgánicos favorece la proliferación de patógenos. Las enfermedades gastrointestinales causadas por la presencia de bacterias zoonóticas, como la Salmonella y Vibrio, son recurrentes debido a que tienen la capacidad de provocar enfermedades tanto en especies acuáticas como en seres humanos, son conocidas como enfermedades de transmisión directa por contacto con residuos orgánicos contaminados o por ingestión de alimentos o agua que contengan patógenos bacterianos zoonóticos.

El uso indiscriminado de fármacos antimicrobianos ha dado lugar al desarrollo de resistencia microbiana a esos fármacos, por lo que el número y la gravedad de las infecciones están aumentando, así como la frecuencia de tratamientos fallidos. Los pacientes están en riesgo y pueden sufrir desde complicaciones del incremento en la frecuencia de enfermedades, agravar la severidad de la enfermedad y muerte debido a bacterias resistentes a los antimicrobianos.

De acuerdo con el Centro para la Ciencia en Interés Público (CSPI, 2009), entre 1998 y 2007 se produjeron 838 brotes y 7298 enfermedades relacionadas la ingesta de pescados y mariscos. Entre ellos, los peces y moluscos se asociaron con 60% y 15%, respectivamente. La ingesta de pescado fue responsable del mayor número de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en 2007, en comparación con las enfermedades transmitidas por aves de corral y ganado vacuno.

Los brotes de enfermedades causadas por pescados y mariscos estaban más relacionados con intoxicaciones que por infecciones, 76,1% de origen bacteriano y el 21,3% fueron causados por parásitos.

La contaminación del agua y sedimentos se debe a la presencia de agentes patógenos de origen natural, por ejemplo, Vibrio spp, algunas especies de Aeromonas, esporas de C. botulinum tipo F o bacterias entéricas como Salmonella y Campylobacter. Tales ambientes contaminados pueden resultar en alimentos inseguros. La contaminación cruzada de mariscos y productos de mariscos puede tener lugar durante la cosecha, manejo, preparación, procesamiento, transporte y almacenamiento (CSPI, 2009).

Sobre la base de su prevalencia, los agentes etiológicos se clasifican como patógenos de mayor y menor preocupación. Los agentes microbianos de mayor preocupación en los pescados y mariscos son el Norovirus, Vibrio y Salmonella.

Los agentes de menor importancia son el virus de la hepatitis A, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* y toxinas microbianas tales como enterotoxina estafilocócica C y enterotoxina estafilocócica A, incluidas las producidas entéricamente como la toxina de la cólera producida por *V. cólera*. Aun así, los agentes microbianos de menor importancia también pueden causar daños graves a la salud de la población (CSPI, 2009).

6 Enfermedades generadas por la proliferación de fauna nociva

Las enfermedades transmisibles compartidas entre el humano y los animales se denomina zoonosis y representan el 60% de las enfermedades parasitarias infecciosas en países subdesarrollados donde no se cuenta con un manejo adecuado de las mascotas y sus desechos, lo que se traduce en un grave problema de salud pública (Mex-Álvarez, 2018).

Los parásitos gastrointestinales de perros domésticos o callejeros contaminan el agua y alimentos que son ingeridos por personas o animales en espacios públicos como parques. En zonas tropicales, las helmintiasis transmitidas por el suelo representan la parasitosis más común y con mayor morbilidad en México (Panti-May et al., 2021)

La convivencia humana con perros y gatos es la causa de infecciones por nemátodos, trematodos y cestodos; donde los niños constituyen la población más expuesta a estos parásitos cuando juegan en el suelo contaminado de los parques y pueden ingerir eventualmente huevos embrionados o alimentos contaminados con materia fecal diseminada en el medio ambiente. En un estudio realizado por Mex-Álvarez et al., (2018) se determinó la presencia de *Ancylostoma caninum*, *Toxocara canis* y *Trichuris vulpis* en muestras de heces y suelo colectadas en parques y jardines públicos de la ciudad de San Francisco de Campeche, México, lo que evidencia un riesgo potencial de infección con estos helmintos zoonóticos. El helminto parásito con mayor incidencia fue *Ancylostoma caninum*, esto coincide con estudios realizados en otros sitios de la República mexicana, situación que requiere una atención especial por parte de las autoridades sanitarias para controlar las infecciones zoonóticas contraídas en espacios públicos, especialmente por niños que frecuentan tales sitios de recreación y esparcimiento (Mex-Álvarez et al., 2018)

En los últimos años se ha observado un aumento en el número de enfermedades transmitidas por animales silvestres, por lo que representan un problema de salud pública a nivel mundial. Enfermedades como el VIH, influenza aviar A H5N1, la enfermedad del virus del Ébola, y el COVID-19, se consideran como enfermedades zoonóticas por el contacto entre los humanos y los animales silvestres debido a diferentes factores como el cambio climático cambio de uso de suelo, el comercio ilegal de especies y el consumo de fauna silvestre. Es necesario el control del contacto entre los animales silvestres y el ser humano para minimizar la transmisión de agentes

infecciosos (Panti-May et al., 2021).

Los pequeños mamíferos con un peso menor a 5 kg, son los que más abundan y desempeñan importantes funciones en los ecosistemas naturales como la dispersión de semillas y la regeneración de bosques y selvas además de que sirven de alimento a muchos depredadores (Morand et al., 2006). Estos mamíferos son portadores y transmisores de patógenos, virus, bacterias, protozoarios y huevos de helminto entre muchos otros. Estos parásitos regulan las poblaciones de sus hospedadores a través de infecciones que pueden afectar su ciclo de vida y modificar su distribución y diversidad. También pueden afectar gravemente la salud del ser humano con enfermedades mortales como la rabia y el Ébola.

Los parásitos zoonóticos pueden infectar a los humanos de manera directa por mordida, excreciones depositadas en alimentos, por el contacto de la piel o contacto de las mucosas con partículas finas de las excretas. De forma indirecta los parásitos son transmitidos por medio de mosquitos, pulgas, garrapatas y ácaros. Los micromamíferos pueden ser clasificados como silvestres que viven en áreas naturales como las ardillas, los roedores exóticos y los sinantrópicos, como las zarigüeyas y los domésticos, como los hámsters y erizos (Panti-May et al., 2021).

Las enfermedades infecciosas como la rabia, el tracoma por la bacteria *Chlamydia trachomatis*, la lepra, la enfermedad de Chagas, la leishmaniasis, la cisticercosis, la oncocercosis, la equinococosis y las infecciones por trematodos (parásitos) se asocian a la insalubridad de las viviendas y del agua, es decir a poblaciones que viven en condiciones de marginación, carentes de educación, vivienda digna e ingreso suficiente para cubrir sus necesidades primarias. Estas enfermedades se multiplican con la falta de acceso a servicios básicos de salud, agua potable y saneamiento básico y ambientes contaminados (Cabrera-Gaytán et al., 2013).

6.1 Enfermedades causadas por Virus Flavivirus

El género Flavivirus incluye virus causantes de enfermedades transmitidas por mosquitos y garrapatas como el virus del dengue, de la fiebre amarilla, del Zika y el virus de la encefalitis. El flavivirus se ha identificado mediante técnicas moleculares en sueros de la rata *R. rattus* en los municipios de Mérida, Opichén y Tixméhuac (Torres-Castro et al., 2017). Estos descubrimientos demuestran la movilidad de Flavivirus en roedores de Yucatán y requiere de acciones de control y vigilancia epidemiológica local y regional.

7 Enfermedades generadas en el ambiente laboral

7.1 Condiciones laborales y las enfermedades.

Los trabajadores de distintas edades se exponen diariamente a condiciones laborales que pueden resultar riesgosas para su salud. Los agentes desfavorables más comunes son el ruido excesivo, el calor, el frío intenso y la humedad extrema, así como la presencia de sustancias químicas, radiaciones ionizantes, ondas electromagnéticas o condiciones insalubres. Los trabajadores también se exponen a intensas jornadas de trabajo que pueden influir de forma negativa en su estado emocional y en su organismo, que procesa la tensión nerviosa. Los trabajadores enfrentan situaciones de inseguridad o descuido que pueden generar accidentes con lesiones que pueden ser leves o muy graves (Mejía-Ávila, 2024).

En el ámbito de las enfermedades de trabajo el IMSS reportó un incremento del 50% por lesiones auditivas e hipoacusias traumáticas, siguiendo las neumoconiosis debida a algún tipo de sílice o silicato con 386 casos; dermatitis de contacto y irritación con 209 casos; antracosilicosis con 178 casos; afecciones respiratorias debidas a emanaciones y vapores de origen químico con 145 casos; lesiones a nervios craneales con 36 casos; asbestosis con 35 casos; lesiones de la cápsula sinovial y de tendones con 30 casos; efectos tóxicos del plomo y sus compuestos 25 casos; bronquitis crónica con 15; asma con 8 casos y neumoconiosis debida a otros polvos inorgánicos con 4 casos (DGSA, 2001).

La Tabla 1 incluye información de las veinte principales causas de enfermedades en el estado de Campeche en 2019, por fuente de notificación, en las que se incluye el IMSS, el ISSSTE, el DIF, PEMEX, SEDENA y la SEMAR. Las infecciones respiratorias agudas destacan con 207,878 casos notificados, seguida de las infecciones intestinales con 43,653 casos.

Tabla 1. Veinte principales causas de enfermedades en el estado de Campeche en 2019, por fuente de notificación.

Como consecuencia de la exposición a los riesgos de trabajo las incapacidades permanentes han seguido una tendencia creciente ya que en 1996 presentó una tasa de 34.4% por cada 1,000 riesgos de trabajo y para el año 2000 ésta fue de 48.7%. En cuanto a las defunciones ocurridas la tasa de incidencia se ha mantenido entre 1.3% y 1.4 por cada 10,000 trabajadores expuestos al riesgo, con un número de 1,740 defunciones durante el año 2000, el grupo de edad con mayor número de casos se presentó entre los 25 a 29 años con 305 casos, siguiendo el grupo de 30 a 34 años con 257 casos, el grupo de 35 a 39 años 244 casos y finalmente el grupo de 20-24 años con 242 casos. Del total de las defunciones (1,740) 1,299 fueron por accidentes de trabajo, 431 por accidentes en trayecto y 10 por enfermedades de trabajo (DGSA, 2001).

Tabla 1. Veinte principales causas de enfermedades en el estado de Campeche en 2019, por fuente de notificación.

Número	Padecimiento	Código de la lista detallada CIE10a. Revisión	Fuente de notificación									Total
			SSA	IMSS Ord.	ISSSTE	IMSS Bienestar	DIF	PEMEX	SEDENA	SEMAR	OTRAS	
1	Infecciones respiratorias agudas	J00-J06, J20, J21 excepto J02.0 y J03.0	75 286	72 681	13 817	21 463	1 347	8 356	1 144	2 298	11 486	207 878
2	Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas	A04, A08-A09 excepto A08.0	13 110	17 186	3 695	3 540	220	2 008	28	648	3 218	43 653
3	Infección de vías urinarias	N30, N34, N39.0	13 569	12 078	3 447	4 414	251	1 740	40	529	2 435	38 503
4	Úlceras, gastritis y duodenitis	K25-K29	3 466	2 453	856	748	90	110	44	162	862	8 791
5	Conjuntivitis	H10	1 476	4 483	736	431	25	541	18	87	350	8 147
6	Gingivitis y enfermedad periodontal	K05	1 584	2 258	2 603	341	6	989	3	135	39	7 958
7	Vulvovaginitis	N76	2 550	1 454	392	1 303	24	53	1	87	385	6 249
8	Otitis media aguda	H65.0-H65.1	3 278	213	823	662	36	42	16	175	680	5 925
9	Obesidad	E66	1 203	2 750	229	683	4	206	3	145	363	5 586
10	Amebiasis intestinal	A06.0-A06.3, A06.9	1 821	276	105	256	0	153	20	118	373	3 122
11	Hipertensión arterial	I10-I15	804	924	145	322	7	47	0	63	322	2 634
12	Diabetes mellitus no insulín dependiente (Tipo II)	E11-E14	825	843	122	385	0	73	0	45	277	2 570
13	Asma	J45, J46	858	598	487	87	15	25	2	59	134	2 265
14	Candidiasis urogenital	B37.3-B37.4	624	222	58	201	0	42	14	66	182	1 409
15	Depresión	F32	670	179	244	28	12	28	0	15	8	1 184
16	Varicela	B01	241	641	116	93	0	19	2	4	37	1 153
17	Hiperplasia de la próstata	N40	222	411	329	24	0	26	0	0	2	1 014
18	Escabiosis	B86	373	429	35	79	5	14	0	18	45	998
19	Mordeduras por perro	W54	345	285	59	129	0	49	0	7	59	933
20	Influenza	J09-J11	273	528	56	24	0	1	0	0	11	893
Total 20 principales causas			122 578	120 892	28 354	35 213	2 042	14 522	1 335	4 661	21 268	350 865
Otras causas			4 594	4 434	736	1 002	32	282	11	161	587	11 839
TOTAL GLOBAL			127 172	125 326	29 090	36 215	2 074	14 804	1 346	4 822	21 855	362 704

Fuente: Secretaría de Salud, 2020.

7.2 El Alcoholismo en pescadores ribereños.

El consumo de alcohol en México es un tema cotidiano de salud pública, relacionado con los hábitos de consumo de alcohol que se adquieren en el seno familiar, a través de grupos sociales o a través de los múltiples medios de comunicación que las promocionan. Los trabajadores pesqueros, en un porcentaje importante, desafortunadamente son asiduos consumidores de bebidas alcohólicas. Cua-Chan (2005) determinó en un estudio que casi la mitad de la población de pescadores en Campeche consume alcohol al terminar la jornada, después de comercializar su producto y recibir un ingreso económico. Mientras que un 14% de los pescadores lo hace antes y durante la pesca, poniendo en riesgo su integridad física y la de terceras personas, por accidentes náuticos. Los pescadores consumen alcohol una vez a la semana y más de la mitad señalaron que se embriagaban al menos una vez por semana.

Cabe resaltar que se considera una costumbre arraigada el consumo de alcohol entre los pescadores, llamada “la cultura del alcohol del pescador”, la cual es favorecida por su trabajo al aire libre, la independencia del mismo, el clima cálido húmedo y la obtención de ingresos económicos diarios. En este contexto, el alcoholismo entre los pescadores representa un factor detonante de enfermedades graves, de accidentes laborales y daños al ambiente generados bajo los efectos de esta sustancia.

8 El cambio climático y la salud humana

8.1 Cambio climático.

El cambio climático ha estado presente en nuestro planeta desde hace miles de años, sin embargo, en las últimas décadas, este fenómeno se ha visto influenciado por la contaminación ambiental generada por las actividades humanas (Padilla, 2020), convirtiéndose actualmente en una de las mayores amenazas y retos que enfrenta el ser humano y en particular las comunidades pesqueras.

Uno de los efectos del cambio climático es el calentamiento global generado por la excesiva emisión de gases de efecto invernadero, que favorecen el incremento de la capacidad atmosférica del planeta para absorber radiación infrarroja del sol, con lo que se rompe el delicado equilibrio existente entre la energía incidente y la irradiada (Torres et al., 2010).

De acuerdo con datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT (2021), en el periodo 1985–2020 se ha observado un aumento en las temperaturas promedio máximas y mínimas, lo que podría reducir la precipitación en Campeche un 15% por ciento en los próximos años. De acuerdo al Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, los municipios de Calkiní, Campeche, Candelaria, Carmen, Hecelchakán, Palizada y Tenabo se encuentran en la categoría de municipios vulnerables con atención prioritaria rurales y urbanos (PEDDEC, 2022).

El cambio climático puede generar desnutrición por escasez de alimentos y el desplazamiento de poblaciones afectadas por los fenómenos hidro climatológicos extraordinarios, en donde las poblaciones de escasos recursos, en condiciones de marginación resultan las más expuestas debido a la carencia de infraestructuras sanitarias (Shindell, 2012).

El fenómeno el Niño, relacionado con la variabilidad climática, constituido por interacciones dinámicas y termodinámicas entre la atmósfera, los océanos y las superficies terrestres, tiene una duración de 12 a 18 meses. Este fenómeno ha generado severos trastornos en la infraestructura vial y de servicios, abastecimientos de agua, inundaciones, destrucción de viviendas. También ha influido en el incremento de enfermedades transmitidas por vectores y por contaminación de aguas y alimentos (Arbo et al., 2022).

El cambio climático altera las condiciones naturales de los factores epidemiológicos y vectores infecciosos afectando negativamente los ecosistemas y la salud humana. Según se prevé, entre 2030 y 2050 el cambio climático causará unas 250,000 defunciones adicionales cada año, debido a la malnutrición, el paludismo, la diarrea y el estrés calórico. El costo de los daños a la salud, se calculan 2,000 y 4,000 millones de dólares hasta 2030 (PEDDEC, 2022).

La Tabla 2 muestra los registros de la situación epidemiológica, el número de casos registrados para alguna enfermedad asociada con el cambio climático en el periodo 2000-2008, para el estado de Campeche (Secretaría de Salud, 2016).

Tabla 2. Situación epidemiológica alguna enfermedad asociada con el cambio climático en el periodo 2000-2008, para el estado de Campeche (Secretaría de Salud, 2016).

Entidad Federativa	Año	Paludismi Falciparum (54A)	Paludismo Vivax (54B)	Dengue (55A)	Dengue Hemorrágico (55B)
Campeche	2000	1	37	3	0
Campeche	2001	0	57	53	4
Campeche	2002	0	54	372	8
Campeche	2003	0	21	17	1
Campeche	2004	0	4	26	4
Campeche	2005	0	1	93	18
Campeche	2006	0	0	83	7
Campeche	2007	0	0	217	2
Campeche	2008	0	0	46	0

Desde hace más de cinco décadas, debido a la actividad industrial, se han liberado a la atmósfera cantidades de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero suficientes para alterar el equilibrio de las capas inferiores de la atmósfera y perturbar el clima a nivel mundial. El uso intensivo de combustibles fósiles como la biomasa (carbón), el petróleo y sus derivados (gasolinas, diésel, gas natural) y los incendios forestales son algunas de las principales fuentes de este problema. La generación actual enfrenta fenómenos meteorológicos más intensos y frecuentes, debido a que el calentamiento global ha incrementado el nivel del mar, el deshielo de los glaciares y modificado los regímenes de lluvias (PEDDEC, 2022).

8.2 Afectaciones a la salud por calor extremo

Los cambios de magnitud y frecuencia de las olas de calor han ocasionado grandes impactos sobre la salud de las poblaciones. Los denominados golpes de calor, ocurren cuando la temperatura corporal rebasa los 40° centígrados. La presencia del vector del padecimiento de fiebre por dengue, de 2000 a 2015, aumentó en los municipios con mayor población como son Campeche y Carmen las cuales representan el 50.5 % de la población total del Estado, por lo cual en ellos se ve reflejado una mayor presencia de casos, aunque es notorio que en los municipios con una población menor la tasa de incidencia es mayor siendo Tenabo, Calakmul y Candelaria

los que reflejan una mayor vulnerabilidad por sus características geográficas y la variación de temperatura existente que en este periodo varía de 36 a 40 grados centígrados siendo óptima para la preservación del vector y las condiciones de lluvia nos llevan a un medio óptimo de propagación y desarrollo del mismo (Secretaría de Salud, 2016).

Las temperaturas altas provocan en el ambiente un aumento de las concentraciones de ozono en el aire y de otros contaminantes como el óxido nitroso, que pueden agravar las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Las alergias y el asma se incrementa con el calor extremo sobre todo en las personas de edad avanzada y los niños. En la ola de calor que sufrió Europa en el verano de 2003, por ejemplo, se registró un exceso de mortalidad cifrado en 70 000 defunciones (Robine et al., 2008).

El incremento de la temperatura conlleva el riesgo de que la población padezca enfermedades digestivas como fiebre tifoidea, diarrea, cólera, paludismo y debido a la contaminación de agua potable y alimentos por microorganismos patógenos. Asimismo, se aprecia un incremento de la propagación de enfermedades vectoriales transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti* como la fiebre amarilla, el dengue, Chikunguña, etc.

Las ciudades consideradas como "islotos de calor urbano" se acentúan las enfermedades cardiovascular, respiratoria, circulatoria, deshidratación y estrés. El estrés hídrico provocado por sequías prolongadas o exceso de calor genera inseguridad alimentaria por pérdida de cultivo, menor rendimiento, menor disponibilidad de productos agrícolas y un peligro de desnutrición en los estratos de la población más vulnerable, que vive de la agricultura de subsistencia. En base a los datos de incidencia del dengue de 2013, y un análisis de las epidemias ocurridas desde los años 80, se llegó a la conclusión de que las zonas mayormente pobladas como lo son Campeche y Champotón son más expuestas a estos riesgos ya que registran más incidencias. El aumento de las temperaturas en la totalidad del territorio incrementaría por lo tanto el riesgo de incidencia de epidemias en estas ciudades (Secretaría de Salud, 2016).

Estudios realizados han detectado un efecto significativo de una interacción de la temperatura con los contaminantes, esto se explica porque los niveles más elevados de contaminación ambiental se presentan durante el periodo invernal que comprende los meses de noviembre a marzo y que se caracteriza por bajas temperaturas y escasez de lluvias. Por otro lado, el principal factor del aumento de las admisiones hospitalarias por Enfermedad Diarreico Aguda (EDA) es el incremento de la temperatura ambiente. Ello debido a que Incrementos en la temperatura, favorece la proliferación de bacterias y parásitos que se ingieren a través del agua de consumo humano (Secretaría de Salud, 2016).

8.3 Afectaciones a la salud por fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Desde 1970 los desastres naturales por huracanes o lluvias torrenciales se han incrementado a nivel mundial, sumando hasta 60 000 muertes en países en vías de desarrollo y aun en países como Estados Unidos y Europa. La presencia de huracanes puede generar deslizamientos de tierra, inundación pluvial por saturación del alcantarillado, desbordamientos de ríos y cuencas lo que provoca un incremento de la morbimortalidad por peligro físico debido a los daños a las infraestructuras como sus viviendas. También genera daños a las infraestructuras de servicios básicos e incomunicación de las zonas pobladas aisladas que dificulta el abastecimiento de agua,

alimentos, etc. (Posada et al., 2010).

Debido al aumento del nivel del mar y los huracanes se ven afectadas las viviendas y los servicios médicos de poblaciones cercanas a la costa con efectos negativos en la salud de la población. Las inundaciones obligan a las personas a reubicarse, poniéndolas en una situación de riesgo debido a la contaminación del agua y las condiciones de insalubridad generalizada que favorece la aparición de enfermedades transmisibles.

La creciente variabilidad de las precipitaciones afectará probablemente al suministro de agua dulce, y la escasez de esta puede poner en peligro la higiene y aumentar el riesgo de enfermedades diarreicas, que cada año provocan aproximadamente 760,000 defunciones de menores de cinco años.

En el otro extremo del cambio climático, se encuentran las condiciones de sequía. La escasez de agua afecta la producción de alimento y la hambruna incrementa la frecuencia de malnutrición y desnutrición, que actualmente causan 3,1 millones de defunciones cada año. Se estima que a finales del siglo XXI es probable que el cambio climático haya aumentado la frecuencia y la intensidad de las sequías a nivel regional y mundial (IPCC, 2014).

El paludismo depende mucho del clima. Esta enfermedad transmitida por mosquitos del género Anopheles, mata a casi 600 000 personas cada año, sobre todo niños africanos menores de cinco años. Los mosquitos del género Aedes, vector del dengue, son también muy sensibles a las condiciones climáticas. Los estudios al respecto indican que es probable que el cambio climático continúe aumentando el riesgo de transmisión del dengue (IPCC, 2014).

8.4 Medición de los efectos del cambio climático en la Salud

En un estudio de la OMS se determinó que, según las previsiones, el cambio climático causará anualmente unas 250,000 defunciones adicionales entre 2030 y 2050; 38,000 por exposición de personas ancianas al calor; 48,000 por diarrea; 60,000 por paludismo; y 95,000 por desnutrición infantil (WHO, 2014)

Todas las poblaciones se verán afectadas por el cambio climático, pero algunas son más vulnerables que otras, en particular las de los países pobres con infraestructuras sanitarias deficientes. Los niños y las personas de la tercera edad, son las poblaciones más vulnerables a los riesgos sanitarios resultantes y se verán expuestos por más tiempo a las consecuencias sanitarias.

Respuesta de la OMS.

En 2015, la Asamblea Mundial de la Salud aprobó un nuevo plan de trabajo de la OMS en materia de cambio climático y salud (WHO, 2014). Dicho plan incluye los aspectos siguientes:

- Alianzas con otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas para que la salud de

la población esté representada adecuadamente en la agenda sobre el cambio climático.

- Concienciación sobre las amenazas que plantea el cambio climático para la salud humana y las oportunidades de fomentar la salud reduciendo las emisiones de carbono.
- Investigación científica sobre la relación entre el cambio climático y la salud basada en una agenda de investigación mundial.
- Apoyar a los países a fortalecer su capacidad para reducir la vulnerabilidad de la salud al cambio climático y fomentar la salud reduciendo las emisiones de carbono

8.5 Capacidad de adaptación de la comunidad de Lerma.

La capacidad de adaptación en el Estado de Campeche, que es extensiva para la comunidad de Lerma, se considera baja debido a la falta de un plan preventivo para reducir en la medida de lo posible la gravedad de las consecuencias y a un porcentaje alto de la población se encuentra en la marginación, más del 50% de la población del Estado se encuentra en situación de pobreza (Cabrera-Gaytán et al., 2013) por lo que no cuentan con los recursos para una adecuada adaptación al cambio climático. El cambio climático representa ya un costo económico para el Estado de Campeche, que no puede ser soslayado y requiere de acciones para reforzar la capacidad de resiliencia de la población ante los impactos de los fenómenos extraordinarios.

Las acciones para la adaptación y mitigación de las enfermedades asociadas al cambio climático deben ir encaminadas a incrementar los recursos disponibles en el sistema sanitario para afrontar la propagación de enfermedades en el escenario del cambio climático.

El estado de Campeche ha planteado una serie de acciones que es importante aterrizar en el menor tiempo posible (PEDDEC, 2022):

1. Incluir en el sistema de vigilancia, monitoreo y documentación epidemiológica al 100% de los servicios de atención médica de Campeche, incluyendo los consultorios médicos privados.
2. Restaurar y mejorar la tecnológica de los centros de salud, para operar en las nuevas condiciones climáticas.
3. Mantener y actualizar los planes para informar sobre los daños por olas de calor e inundaciones.
4. Reforzar las medidas preventivas de las enfermedades vectoriales e infecciosas.
5. Desarrollar programas de capacitación para el sector salud, en todos los niveles, sobre los efectos del cambio climático a la salud.
6. Sensibilizar a las comunidades para la mitigación y la adaptación al cambio climático.

9 CONCLUSIONES

Las comunidades pesqueras de Campeche enfrentan múltiples retos en el ámbito de la salud de su población. La contaminación ambiental local, regional y global han exacerbado los efectos del cambio climático. Esta situación acarrea múltiples perjuicios a la salud de la población y en particular a la de las comunidades pesqueras, que enfrenta eventos hidrometeorológicos extremos y el aumento de la temperatura medias.

La tasa de morbilidad por infecciones respiratorias agudas se relaciona con factores como la pobreza, la marginación, la desnutrición y la falta de acceso a los servicios de salud. Las enfermedades respiratorias causadas por virus como la pandemia del COVID-19, es un ejemplo de lo peligrosa y letal que puede ser una enfermedad respiratoria viral por el grave daño que puede causar en la salud de la población de todos los estratos sociales y de todas las edades, principalmente aquellas más vulnerables.

La disminución de disponibilidad de agua de calidad debido a la contaminación de las fuentes de abastecimiento por patógenos y lixiviados de los residuos sólidos urbanos afecta a las actividades económicas y potencializa las enfermedades gastrointestinales.

En este escenario, es de vital importancia asegurar el acceso a los servicios médicos y un diagnóstico y tratamiento oportuno a toda la población. Existen una variedad de acciones sencillas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero: el consumo responsable, reusar, reutilizar y reciclar los residuos y materiales, las mejoras del transporte con uso de combustibles menos contaminantes y el uso eficiente de la energía, todas ellas pueden mejorar la salud de la población.

Son necesarias las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en los distintos niveles socioeconómicos, para incrementar la capacidad de resiliencia de la población y de los servicios del sector salud. Las campañas de educación ambiental son indispensables para crear una nueva cultura ciudadana que promueva el respeto hacia el medio ambiente y la disminución de nuestra huella ecológica. Se requiere de recursos económicos y humanos suficientes para reducir la pobreza y la desigualdad social para atender la problemática estructural de la sociedad y generar un efecto positivo en la atenuación de los graves efectos en la salud generada por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación.

10 REFERENCIAS

Arbo A., Sanabria G., Martínez C. (2022). Influencia del Cambio Climático en las Enfermedades Transmitidas por Vectores. *Revista del Instituto de Medicina Tropical*, 17(2), 23-36. <https://doi.org/10.18004/imt/2022.17.2.4>

Cabrera-Gaytán D., Rojas-Mendoza T., Vargas-Valerio A. (2013). Notificación de las enfermedades infecciosas desatendidas y su correlación con el índice de marginación. *Archivos de investigación materno infantil*. Vol. V, No. 2, mayo-agosto 2013 pp. 67-73

CONAPO (2024). Consejo Nacional de Población. Conciliación Demográfica de 1950 a 2019 y Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2020 a 2070. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/bases-de-datos-de-la-conciliacion-demografica-1950-a-2019-y-proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-2020-a-2070>.

CSPI. (2009) Centers for Science and Public Interest. Outbreak Alert! 2009. Disponible en: <http://www.cspinet.org/new/pdf/outbreakalertreport09.pdf>.

Cua-Chan E. (2005). Historia familiar y consumo de alcohol en trabajadores de la pesca ribereña. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Davia Cantos M., Tarraga Marcos L., Tarraga Marcos A., Tarraga López P. (2022). Patología orgánica asociada al tabaquismo. *JONNPR*. 2022;7(3):nnn-nn.DOI: 10.19230/jonnpr.4801

DGSA (2001). Dirección General de Salud Ambiental. Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional. Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios. Disponible en <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/docsal7658.pdf>

ENCC 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Gobierno de la República. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>

Escudero X., Guarner J., Galindo-Fraga A., Escudero-Salamanca M., Alcocer-Gamba M.; Del-Río C. (2020). The SARS-CoV-2 (COVID-19) coronavirus pandemic: current situation and implications for Mexico. *Archivo de cardiología*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/acm/v90s1/1405-9940-ACM-90-Supl-7.pdf>

González-Díaz S., de Lira-Quezada S., Villarreal-González R., Canseco-Villarreal J.(2022). Environmental pollution and allergy Contaminación ambiental y alergia. Rev Alerg Mex. 2022;69 Supl 1: s24-s30

IPCC (2014). Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press; 2014.

Mex-Álvarez R., Maldonado-Velázquez M., Flores-Martínez M., Garma-Quen P., Guillén-Morales P., Canul-Cahuich A., Lara-Montejo D. (2018). Potencial Zoonótico de Parques y Jardines Públicos Estudio realizado en San Francisco de Campeche (México). Revista Iberoamericana de Ciencias ISSN 2334-2501, www.reibci.org

Morand, S., Krasnov, B., Poulin, R. (2006). Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management. Springer, Tokyo.

Mejía-Ávila ME. (2024) Las enfermedades pulmonares ocupacionales: un desafío histórico de la medicina respiratoria en México. Neumol Cir Torax. 2024;83(Suppl: 1):s81-85. doi:10.35366/114815

Moreno Sánchez A. (2022). Salud y medio ambiente. Rev. Fac. Med. (Méx.) vol.65 No.3 Disponibles en : <http://orcid.org/0000-0002-7560-3143>

OPS (2002). Organización Panamericana de la Salud. La Salud Pública en las Américas. Nuevos conceptos, análisis del desempeño y bases para la acción. Washington, D.C. Disponible en: https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/FESP_Salud_Publica_en_las_Americas.pdf.

Padilla, N. (2020). Reflexiones sobre Calentamiento Global y Turismo. Principales riesgos ambientales y regiones turísticas afectadas. Entorno Geográfico, (20), 1-22. doi: 10.25100/eg.v0i20.10557. Disponible en <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3445/1/padilla-2020.pdf>

Panti-May J., Torres-Castro M., Hernández-Betancourt S.(2021) Zoonotic Parasites And Micromammals In The Yucatan Peninsula, Mexico: Contributions Of The CCBA-UADY], Tropical and Subtropical Agroecosystems 24 (2021). Disponible en: <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3343>

PEDDEC (2022). Plan Estatal De Desarrollo Del Estado De Campeche 2021-2027. Periódico Oficial Del Estado San Francisco De Campeche, Cam., Tercera Sección, enero 14 de 2022. <https://campeche.gob.mx/wp-content/pedelectronico/index.html>

Posada Vanegas G., Vega Serratos B., Silva Casarin R. (2013) Peligros Naturales en el Estado de Campeche. Cuantificación y Protección Civil. Universidad Autónoma de Campeche, Cenecam-Gobierno del Estado de Campeche, Cenapred. 202 p.

Posada, G., Durán, G., Silva, R., Maya, M. E., y Salinas, J. A. (2010). Vulnerability to coastal flooding induced by tropical cyclones. Coastal Engineering 2010, 1–14.

Robine J., Siu Lan K. Cheung, Sophie Le Roy, Herman Van Oyen, Clare Griffiths, Jean-Pierre Michel, François Richard Herrmann (2008) Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003, Comptes Rendus Biologies, Volume 331, Issue 2, 2008, Pages 171-178, ISSN 1631-0691, <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.12.001>.

Torres, V., Márquez, A. Z., Bolongaro, A., Chavarria, J., Expósito, G., y Márquez, E. (2010). Tasa de erosión y vulnerabilidad costera en el estado de Campeche debidos a efectos del cambio climático.

Robine J. (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. Les Comptes Rendus/Série Biologies, 2008, 331:171–78.

Shindell D., J. K., Vignati, E., Van Dingenen, R. (2012). “Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security”. Science. Vol. 335: pp. 183-189. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/content/335/6065/183.full>

Secretaría de Salud (2002). Programa de Acción: Salud Ambiental Primera Edición, 2002. ISBN 970-721-064-8. <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL7103.pdf>

Secretaria de Salud (2016). Diagnóstico y evaluación de la vulnerabilidad en salud ante el cambio climático del estado de Campeche 2016. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316305/Diagnostico Cambio Climatico Campeche Nov 2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316305/Diagnostico_Cambio_Climatico_Campeche_Nov_2016.pdf)

Torres-Castro, M., Poot-Pérez, M., MoguelLehmer, C., Reyes-Hernández, B., PantiMay, A., Noh-Pech, H., HernándezBetancourt, S., Medina-Espinosa, N., Puerto, F.I. 2017. Detección molecular de Flavivirus en sueros sanguíneos de roedores capturados en Yucatán, México. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 28:431. DOI: 10.15381/rivep.v28i2.12053

Vargas-Canto, M. G., Espinosa-Guzmán, A. A., Cerón-Bretón, J. G., Zavala de la Rosa, A., Amaro-Amaro, E.(2023). Análisis de riesgo para metales pesados en partículas PM10 en dos sitios de Campeche. Journal of Basic Sciences, 9(25), 27-43. Disponible en: <https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs/article/view/6135>

Vázquez-García J., Fernández-Vega M., Salas-Hernández J., Pérez-Padilla R. (2012) Retos y avances en la formación de especialistas en enfermedades respiratorias en México. Neumol Cir Torax, Vol. 71, No. 2. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vazquez-Garcia/publication/289382741_Challenges_and_progress_in_the_training_of_specialists_in_respiratory_disease_in_Mexico/links/59e495e8aca2724cbfe91834/Challenges-and-progress-in-the-training-of-specialists-in-respiratory-disease-in-Mexico.pdf.

WHO (2014). Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization, 2014.

Zelaya-Molina L.,Chávez-Díaz I., de los Santos-Villalobos S., Cruz-Cárdenas C., Ruíz-Ramírez S., Rojas-Anaya E. (2022) Control biológico de plagas en la agricultura mexicana Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas publicación especial número 27 15 de agosto - 30 de septiembre, 2022. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>

ENTREGABLE NO.3



Caracterización de residuos sólidos existentes en la comunidad de Lerma y la implementación de metodologías de manejo y disposición de residuos sólidos.



PROYECTO PRONACES: PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGÍA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACIÓN EN COMUNIDADES RURALES”. NUMERO CONAHCYT 319524.

Índice

1	<u>PRESENTACIÓN</u>	2
2	<u>INTRODUCCIÓN</u>	3
3	<u>Residuos sólidos urbanos y su gestión</u>	4
	.....	4
3.1	<u>Marco legal del manejo de residuos sólidos urbanos en el estado de Campeche</u>	4
3.2	<u>Definición de RSU</u>	4
3.3	<u>Gestión de residuos sólidos municipales</u>	4
3.4	<u>Manejo integral de los residuos sólidos urbanos</u>	5
3.5	<u>Tasa de generación de RSU Campeche</u>	6
3.6	<u>Composición Física de los RSU del Estado de Campeche</u>	7
3.7	<u>Características de los residuos sólidos municipales</u>	8
3.8	<u>Recolección de RSU</u>	9
3.19	<u>Disposición de los RSU al interior de los domicilios</u>	9
3.10	<u>Transporte o traslado</u>	9
3.11	<u>Disposición final</u>	10
3.12	<u>Manejo de los lixiviados y el biogás en el relleno sanitario</u>	12
3.13	<u>El plan de Manejo de los RSU de Lerma</u>	13
4	<u>Valorización de los residuos</u>	14
	.....	14
4.1	<u>Recuperación y aprovechamiento de residuos</u>	14
4.2	<u>Compostaje</u>	15
4.3	<u>Recuperación de residuos orgánicos y reciclables</u>	16
4.4	<u>Divulgación y sensibilización</u>	16
4.5	<u>Educación ambiental</u>	17
4.6	<u>Principios básicos de gestión de residuos</u>	17
5	<u>Tendencias en la gestión de residuos en países de primer mundo</u>	19
	.....	19
6	<u>CONCLUSIONES</u>	20
7	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	21
8	<u>GLOSARIO</u>	23

2 PRESENTACIÓN

El presente trabajo forma parte de los entregables planteados en el proyecto de investigación titulado: *“Gestión integral de los residuos de una planta de secado termo solar de productos marítimos, implementada en comunidades pesqueras marginadas de Campeche y sus implicaciones en la calidad de vida digna y productiva de la población”*, aprobado en la Convocatoria de Estancia Posdoctoral por México Convocatoria 2023 (1), Modalidad 2, Estancia Posdoctoral de Incidencia.

Este proyecto se circunscribe al Proyecto PRONACES *“Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”*; número CONAHCYT 319524, dirigido por la Dra. Margarita Castillo Téllez, Profesora-Investigadora SIN, Nivel 1, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, responsable del Programa Institucional de Uso eficiente de agua y Manejo de aguas residuales de la Coordinación General de Sustentabilidad de la UACAM.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son todos los materiales de desecho generados en domicilios, comercios, establecimientos de transformación y servicio, centros educativos, redes viales y áreas públicas. En conjunto, forman una mezcla heterogénea de materiales, con distintas características físicas, químicas y biológicas, lo cual hace que su manejo, tratamiento y disposición final sea compleja y requiere de personal y recursos que se acrecientan con el tonelaje, tipo y características de los residuos. Las comunidades pesqueras enfrentan una serie de graves problemas relacionados con la generación, manejo y disposición final de los RSU, debido a que las cantidades que generan superan la capacidad de los organismos municipales encargados de su gestión. Los RSU sin un manejo adecuado se convierten en fuente de contaminación del aire, del suelo y del agua lo que representa un peligro para la salud de la población.

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar los residuos sólidos urbanos de la comunidad de Lerma y la implementación de metodologías de manejo y disposición de residuos sólidos en la comunidad de Lerma.

Agradecimientos.

Agradezco el apoyo en la elaboración de este trabajo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche a través del Proyecto PRONACE FOP04-2021-03-319524 *“Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”* y al CONAHCYT por la beca de estancia posdoctoral otorgada.

3 INTRODUCCIÓN

Actualmente los gobiernos de países de primer mundo y en desarrollo enfrentan la problemática ambiental y social del manejo de la basura, que diariamente genera la población en sus actividades domésticas y productivas. Es mediante la implementación de sistemas de gestión de residuos sólidos que es posible una adecuada recolección, clasificación y aprovechamiento de los miles de toneladas de basura que se generan a diario.

Se considera que los niveles actuales de generación de residuos sólidos urbanos en el mundo son de aproximadamente 1.3 billones de toneladas por año, y se espera que este volumen aumente a 2.2 billones de toneladas para el año 2025 (Hoornweg y Bhada, 2012).

El Estado de Campeche, cuenta con una extensión de 57,485 km² de superficie territorial y 523 km de litoral. Las principales actividades económicas del estado son la industria petrolera, pesca, energía, turismo, agricultura y ganadería. Existen marcadas diferencias en el desarrollo económico de sus municipios, mientras que los municipios de Campeche, Carmen y Champotón presentan un nivel alto de desarrollo, otros municipios como Candelaria y Calakmul presentan un marcado rezago. La presencia de basura en las calles, falta de cobertura en la recolección, unidades para el transporte de residuos en malas condiciones, disposición y quema de residuos en traspatio, proliferación de tiraderos a cielo abierto, ausencia de una cultura de reúso y/o reciclaje y la falta de planeación estratégica son una muestra de esta problemática que afecta el paisaje y la salud pública (INEGI, 2021).

El manejo inadecuado de los residuos genera diversos problemas, siendo los relativos a la salud y a la contaminación ambiental los de mayor importancia, por la generación de malos olores, humo tóxico y lixiviados con alta carga contaminante y vectores como moscas, mosquitos, cucarachas y roedores transmisores de enfermedades. Esta problemática se presenta en varias ciudades y comunidades del Estado de Campeche, donde proliferan los pequeños tiraderos a cielo abierto a la orilla de caminos y carreteras. En las comunidades pesqueras, en la costa y las playas del estado también es persistente el problema del manejo de la basura, que se hace evidente en los tiraderos irregulares que generan acumulación de residuos diversos (LGIRSU, 2022). La gestión de residuos sólidos urbanos es de vital importancia ya que se encarga de las acciones referentes al manejo de los desechos de una sociedad. Por lo tanto, el objetivo de la gestión de los residuos es disponerlos sin afectar el medio ambiente y la salud pública, definiendo las acciones correspondientes a las etapas de reducción en la fuente, aprovechamiento, tratamiento, transformación y disposición final controlada (Blanco, 2014). En la gestión ambiental, la caracterización de los residuos es un primer paso para un manejo acorde con las necesidades de la población, para reducir sus impactos en el ambiente y lograr un uso racional y sostenible de los recursos naturales.

4 Residuos sólidos urbanos y su gestión

3.1 Marco legal del manejo de residuos sólidos urbanos en el estado de Campeche

En México el nivel federal es el encargado de elaborar el marco legal e institucional aplicable para el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU), a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

En México, los municipios son los encargados de prestar los servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; incluso, tienen la potestad de concesionar el servicio como sucede en muchos municipios del país y de la capital del estado de Campeche, que concesionó este servicio a la empresa RED Ambiental por 15 años

3.2 Definición de RSU

Los RSU se definen como aquellos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los RSU incluyen aquellos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere RSU con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (LGIRSU, 2022); siempre que no sean considerados como residuos de manejo especial o peligroso.

3.3 Gestión de residuos sólidos municipales

La gestión integral de los RSU es el conjunto de actividades de reducción de la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Una eficiente gestión de RSU considera diversas acciones o actividades a llevar a cabo. Éstas se consideran desde la fuente de generación hasta la disposición final. A continuación, se enlistan las acciones o actividades básicas que deben tomarse en cuenta: generación, recolección, transferencia y Aprovechamiento La gestión integral de los residuos requiere de la comunicación, coordinación y participación de toda la sociedad, para solucionar el problema de la basura de forma eficaz, eficiente y responsable (LGIRSU, 2022).



Figura.1 Diagrama de flujo de la gestión de los residuos sólidos urbanos.

3.4 Manejo integral de los residuos sólidos urbanos

El manejo integral de los residuos sólidos urbanos (RSU), es el conjunto de acciones que involucran la identificación, acopio, almacenamiento, transporte, reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento y, en su caso, disposición final (SEMABICCE, 2021).

En el contexto del desarrollo sustentable, el objetivo fundamental de cualquier estrategia de manejo integral de residuos sólidos es la maximización del aprovechamiento de los recursos y la prevención o reducción de los impactos adversos al ambiente, que pudieran derivar de dicho manejo.

Un sistema de manejo de residuos sólidos, económica y ambientalmente sustentable debe ser integral, orientado al mercado, flexible y capaz de manejar todos los tipos de residuos sólidos. La alternativa de centrarse en materiales específicos, ya sea porque son fácilmente reciclables, o por la percepción pública, puede ser menos efectiva que una estrategia que simultáneamente considere el aprovechamiento de múltiples materiales presentes en los residuos.

Tampoco se descarta la posibilidad de que, si se pone demasiado énfasis en materiales específicos, esto pueda llevar a fabricantes a diseñar productos que sean reciclables, a costa de disminuir los esfuerzos de reducción de la generación de los residuos en la fuente.

Por lo anterior, se considera que un sistema de manejo integral debe ser capaz de manejar residuos de múltiples orígenes: domésticos, comerciales, industriales, de la construcción y agrícolas, puesto que éstos de una u otra forma y en mayor o menor cantidad, siempre están presentes en cualquier región. Cabe señalar que, resulta más productivo enfocarse en la naturaleza del material, sin importar su fuente.

3.5 Tasa de generación de RSU Campeche

Los municipios de Campeche enfrentan graves dificultades para el manejo adecuado de sus residuos, como la falta de recursos técnicos y económicos, el crecimiento de la población, sus patrones de producción y consumo la disposición final en tiraderos a cielo abierto emite olores desagradables, infiltraciones de lixiviados, contaminación de mantos acuíferos o cuerpos de agua cercanos, polvos irritantes nocivos para la salud, entre otros, que a la vez afectan las vías de comunicación y generan contaminación visual (PEDDEC, 2022).

En el Sureste del país se genera un estimado de 0.867 kg/día/habitante (Generación per cápita según el diagnóstico básico para la generación integral de residuos, SEMARNAT 2020), se estima que en Campeche se genera un aproximado de 888 toneladas por día, los cuales en su mayoría son depositados en tiraderos a cielo abierto alrededor de las poblaciones, provocando severos impactos ambientales al agua, suelo, aire y salud de la población en las localidades donde éstos se sitúan, a consecuencia de la falta de infraestructura para su transferencia y la falta de sitios de destino final adecuado a los residuos (PEDDEC, 2022).

Los municipios más poblados del estado de Campeche son los principales generadores de basura. Ambos municipios suman el 50% de la población de todo el estado (INEGI, 2021).

De los residuos generados en los municipios de mayor población, los del tipo domiciliario, representan el 89.61 % y los de otras fuentes (comercios y servicios principalmente) el 10.39 %. La generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial totales para el Estado de Campeche, (domiciliaria y otras fuentes) asciende a 800,931 kilogramos/día (800.93 toneladas por día), siendo Palizada el municipio de menor generación con 8,267 kilogramo/día, mientras que Campeche es el mayor generador con 259,802 kilogramo/día (PEDDEC, 2022). Aproximadamente el 75% de estos residuos llegan al relleno sanitario (SEMABICCE, 2021). En este escenario, es urgente estimular la reducción, separación y creación de cadenas de valor de los residuos y un eficiente sistema de transporte, acopio y tratamiento de residuos dentro del estado.

3.6 Composición Física de los RSU del Estado de Campeche

La composición física de los RSU depende esencialmente de los siguientes factores:

- Nivel de ingresos de la población
- Estación del año
- Día de la semana
- Costumbres
- Zona donde se habita.

En la tabla 1 se presenta la información de la composición física y porcentual a nivel estatal de los RSU

Tabla 1. Composición física y porcentual de los RSU en el estado de Campeche (SEMABICCE, 2021).

CATEGORÍA	SUBPRODUCTO	PORCENTAJE DE SUBPRODUCTOS	PORCENTAJE POR CATEGORÍA
Orgánicos	Orgánicos	60.79	61
Reciclables	Vidrio	3.59	13
	Tetrapack	0.95	
	PET	4.00	
	Plástico soplado	1.13	
	Plástico inyectado	0.97	
	Aluminio	0.36	
	Ferrosos	1.27	
	Otros metales	0.35	
Manejo Especial	Electrónicos	0.78	5
	Pilas y baterías	0.15	
	Voluminosos	2.48	
	Residuos de construcción	1.22	
Peligrosos	Empaques de agroquímicos	0.04	1
	Empaques de fertilizantes	0.08	
	Empaques de aceites y lubricantes	0.31	
	Fármacos caducos	0.34	
	Material de laboratorio	0.03	
	Biológico Infecciosos	0.57	
Confinables		20.59	20
Total		100.00	100

3.7 Características de los residuos sólidos municipales

Es importante señalar que la caracterización de los RSU en el municipio de Campeche muestra que el 41% de los mismos son de origen orgánico. Este es un punto importante de señalar ya que esta cifra está muy por encima del 15% que marca la legislación estatal campechana, para prevenir la formación de lixiviados. Lo anterior se puede apreciar en el siguiente gráfico que recoge la caracterización de los residuos sólidos en la ciudad de Campeche (Figura 2): Cabe destacar que la ciudad no cuenta con una planta de transferencia.

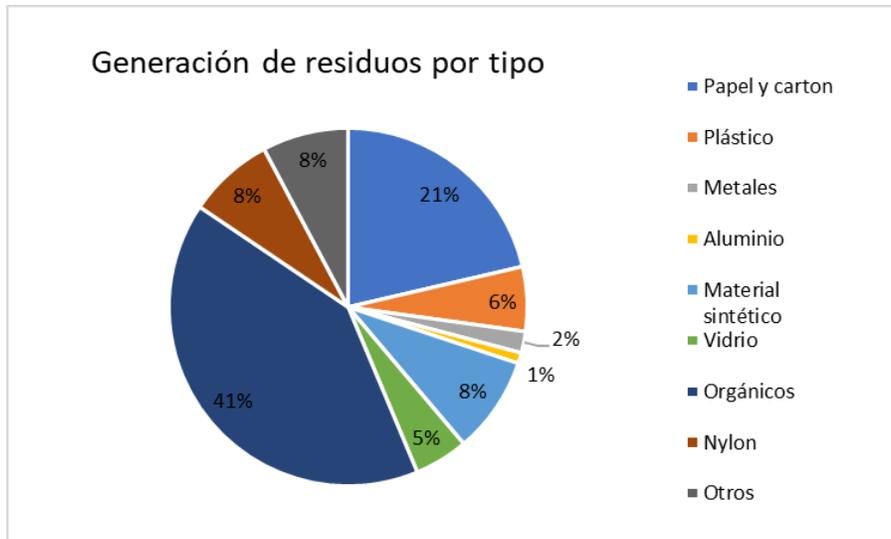


Figura 2. Generación de residuos por tipo (SEMABICCE, 2021).

En la caracterización de residuos se identificaron 25 subproductos, agrupados en 5 categorías. La Figura 3 muestra dichas categorías con sus respectivos porcentajes, en el que sobresale los materiales reciclables con un 61%:

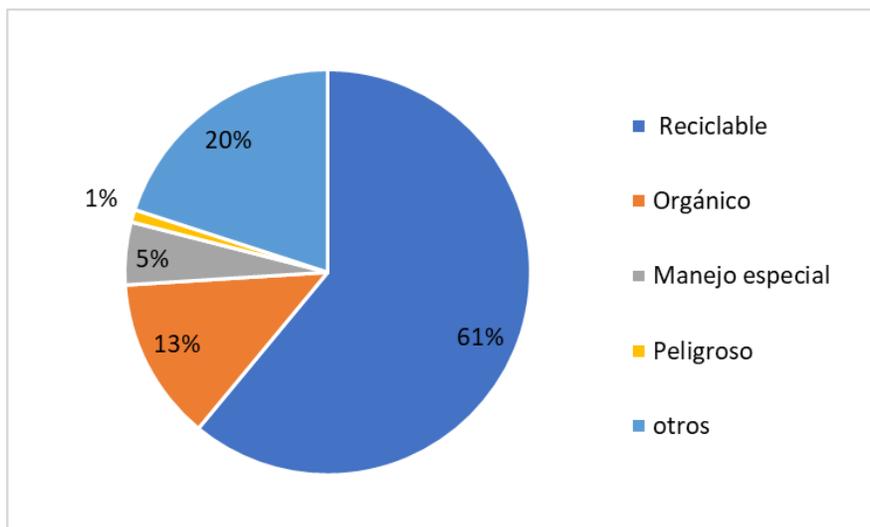


Figura 3. Categorías de la composición física de los RSU (SEMABICCE, 2021).

De acuerdo con los estudios de caracterización de residuos realizados, el 1% (aproximadamente 8 toneladas/día) de la generación del estado, son residuos peligrosos, de los cuales los más abundantes son los biológico-infecciosos.

3.8 Recolección de RSU

La recolección de los RSU en el municipio de Campeche se realiza dos veces por semana, mediante camiones de la empresa concesionaria. El municipio también es el responsable de la recolección de los residuos orgánicos derivados de la poda del arbolado (PEDDEC, 2022).

El servicio de barrido de calles se realiza de modo mecánico sólo en calles céntricas, sitios y plazas públicas de los municipios de Carmen y Campeche. El barrido manual, que se realiza en el resto de los municipios, siendo el rendimiento promedio de 2.3 km/barrendero.

En el conjunto de los 13 municipios del Estado de Campeche, se recolecta entre el 60 y 75% (de 481 a 601 toneladas) del total generado, a través de 164 rutas, las cuales son recorridas por 55 vehículos recolectores de diferentes tipos, desde camiones compactadores de carga trasera, hasta camiones de volteo y camionetas de carga lateral, todos ellos operados por una plantilla total de 227 personas. La cobertura se centra en el primer cuadro de las cabeceras municipales, después, colonias aledañas y excepcionalmente se otorga el servicio a las comunidades más alejadas (PEDDEC, 2022).

Las acumulaciones de residuos en las calles, orillas de carreteras y caminos, costas y playas, así como las prácticas inadecuadas de quema de traspatio y en sitios de disposición final, autorizados o clandestinos, han traído como consecuencia una importante afectación al entorno, que requiere de acciones urgentes para su control y eliminación.

3.9 Disposición de los RSU al interior de los domicilios.

La disposición de los residuos en el interior de los domicilios es múltiple, los habitantes utilizan bolsas o cajas de distintos tipos, tamaños y materiales, lo que dificulta la carga de los residuos en los vehículos y promueve la dispersión de éstos por el pavimento, generando la obstrucción de los sistemas de drenaje pluvial pues la basura es trasladada hacia las alcantarillas por la escorrentía derivada de las lluvias. Esta problemática alcanza a la costa y en particular las playa, donde los visitantes generan basura que no recogen (PEDDEC, 2022).

3.10 Transporte o traslado.

La recolección de los residuos se realiza sin ninguna separación en la fuente, ni separación formal antes de llegar al relleno sanitario. Las rutas de recolección no están planificadas, lo cual contribuye a la disminución en la eficiencia de la operación, ya que incrementa los tiempos de recolección y de traslado.

En algunas zonas la labor de recolección es llevada a cabo por individuos llamados “carretoneros que se encargan de transportar los RSU hasta lugares de acopio, desde donde son trasladarlos al relleno, este proceso genera la dispersión de los residuos y favorece la presencia de fauna nociva como perros, aves y roedores en las inmediaciones de los lugares de acopio.

La frecuencia del servicio de recolección y el cumplimiento de los horarios establecidos es de vital importancia. Las personas acostumbran dejar sus bolsas con residuos en las esquinas para que pase el camión recolector, al quedarse las bolsas de residuos en la vía pública, los perros y gatos callejeros rompen las bolsas en busca de comida, esparciendo los residuos, afectando el aspecto visual del entorno y propiciando la presencia de vectores contagiosos (PEDDEC, 2022).

3.11 Disposición final.

Hasta el 2009, solo el municipio de Carmen contaba con un relleno sanitario y en el resto de los 12 municipios eran tiraderos a cielo abierto semicontrolados. Fue en el año 2015 que se logró la creación de siete rellenos sanitarios en los municipios de Calakmul, Calkiní, Campeche, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada y Tenabo (PEDDEC, 2022). La Tabla 2 muestra la información relacionada con los municipios y el tipo de destino final de sus residuos.

En el municipio de Campeche, aproximadamente el 75% de estos residuos llegan a su relleno sanitario, ubicado a más de 1,500 metros fuera de la mancha urbana, en un predio que ocupa un área de 12.5 Ha, 8 de las cuales fueron utilizadas como tiradero controlado desde 1985 y hasta el 2012. Este sitio tiene más de 25 años de existencia. La proyección inicial de duración del tiradero fue de 15 años y alcanzó la saturación durante la primera década del 2000. Son 40 los sitios de disposición final de RSU identificados, sin incluir los que se encuentran al lado de caminos (SEMABICCE, 2021).

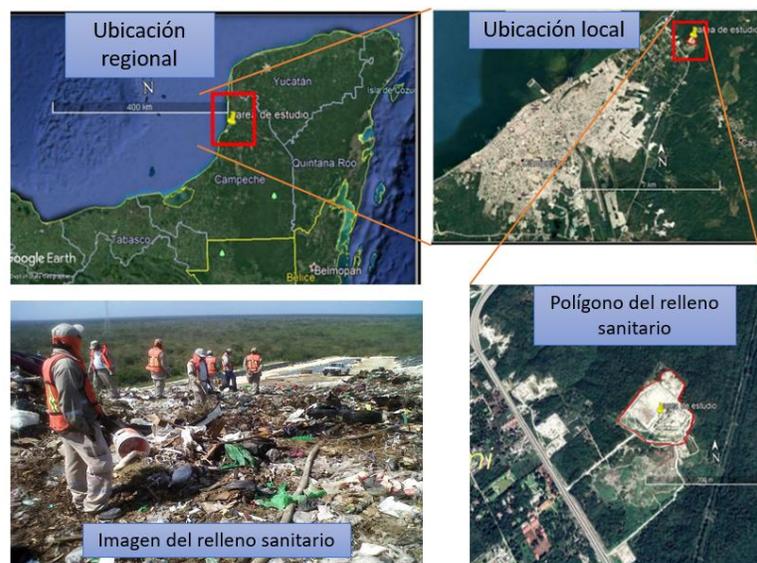


Figura 4 Ubicación del Relleno sanitario del municipio de Campeche

Actualmente el relleno de San Francisco Campeche se encuentra en la transición para establecer la conformación final de las celdas que operaban bajo el anterior patrón de tiradero a cielo abierto y la debida operación conforme a la “Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003”, con el trazo de las nuevas celdas de operación.

Tabla 2 Tipo de destino final en los municipios de Campeche (PEDDEC, 2022).

Municipio	Dirección	Nombre del sitio	Tipo
Calkiní	6.5 km de la ciudad de Calkiní, partiendo de la carretera federal Campeche-Mérida, a la altura del entronque a Tepakán que entronca al camino rural que da al predio	Centro de manejo integral de residuos sólidos del municipio de Calkiní	B
Campeche	km 24 de libramiento carretero Campeche -Mérida	Relleno sanitario de San Francisco de Campeche	A
Carmen	Carretera federal Champotón - Ciudad del Carmen	Relleno sanitario de Ciudad del Carmen, Campeche	A
Calakmul	2.3 Km de la localidad de Xpujil	Centro de manejo integral de residuos sólidos del municipio de Calakmul	C
Hecelchakán	4.7 km de la ciudad de Hecelchakán, Carretera rumbo a Sodzil	Centro de manejo integral de residuos sólidos del municipio de Hecelchakán	C
Hopelchén	5.6 de la ciudad de Hopelchén, carretera rumbo a Xcupil	Centro de manejo integral de residuos sólidos del municipio de Hopelchén	C
Palizada	Aproximadamente a 60 km de Palizada partiendo de la carretera federal y recorriendo 3.5 km sobre camino rural a la altura del cruce de zapote y el tumbo	Centro de manejo integral de residuos sólidos del municipio de Palizada	D
Tenabo	Aproximadamente a 2 km de la ciudad de Calkiní partiendo de la carretera federal Campeche- Mérida	Centro de manejo integral de residuos sólidos del municipio de Tenabo	C
Escárcega		Tiradero a cielo abierto	
Champotón		Tiradero a cielo abierto	
Candelaria		Tiradero a cielo abierto	
Seybaplaya		Tiradero a cielo abierto	
Dzitbalché		Tiradero a cielo abierto	

En el relleno se depositan diariamente los residuos sólidos urbanos (RSU) y los residuos de manejo especial (RME) correspondientes a la categoría A, de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT, 2004)., debido a que se reciben diariamente más de 100 toneladas de residuos de manejo especial. Actualmente entre RSU y RME se reciben en promedio 350 toneladas diariamente, de las cuales alrededor de 190 toneladas corresponden a los RSU.

El sitio de disposición final cuenta con una barrera impermeabilizante artificial (geomembrana), un sistema de captación y extracción de biogás, un sistema de captación y extracción de lixiviados, una laguna de evaporación de lixiviados; drenajes pluviales para el desvío de escurrimientos pluviales y el desahogo de agua de lluvias, áreas de emergencia (SEMABICCE, 2021).

La compactación de los residuos sólidos depositados alcanza la densidad establecida para este tipo de sitios, por otro lado, la cubierta que se utiliza es adecuada. El sitio cuenta con un Manual de Operación con procedimientos, control de acceso de personal, vehículos, residuos y materiales, registro de tipo y cantidad de residuos ingresados y programas específicos de control de calidad, mantenimiento y monitoreo ambiental, entre otros. En el sitio labora un grupo de pepenadores autorizados que realizan sus funciones en condiciones de trabajo peligrosas e insalubres. La presencia de perros y aves de rapiña da lugar al transporte de residuos fuera del recinto del relleno y la transmisión de enfermedades (SEMABICCE, 2021).

3.12 Manejo de los lixiviados y el biogás en el relleno sanitario

Los lixiviados del relleno sanitario del municipio de Campeche son colectados por un sistema de canaletas perimetrales, de las celdas a un colector intermedio y posteriormente pasan a una laguna de evaporación. En algunas secciones del relleno, por la geoconformación de las celdas, los lixiviados son conducidos por gravedad mediante el sistema perimetral de captación hacia la laguna referida. Posteriormente los lixiviados son rebombados a la celda de acopio, principalmente durante las épocas de estiaje, para mantener la humedad de los residuos ahí compactados y evitar la dispersión de material térreo. El relleno cuenta con un sistema de captación de biogás para el desplante de las nuevas celdas bajo el sistema del relleno sanitario. Es necesario continuar impulsando el acondicionamiento del relleno, a fin de asegurar el cumplimiento de la normatividad vigente. Asimismo, es inaplazable un plan de manejo integral de los residuos eficaz, para disminuir el volumen del material orgánico y los lixiviados que pueden contaminar el acuífero. Este plan deberá tomar en cuenta el compostaje y el tratamiento mecánico-biológico y otros para cumplir con el plan de manejo (SEMABICCE, 2021).

3.13 El plan de Manejo de los RSU de Lerma.

El Plan de Manejo tiene la finalidad de minimizar la generación de residuos y maximizar la valorización de estos, bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral.

Un plan de manejo contiene estrategias de mejora continua de los servicios de barrido manual y recolección, transferencia, recuperación y aprovechamiento y disposición final. También incluye la reglamentación municipal, las rutas de recolección, programas de mantenimiento y sustitución de equipos, manuales de organización, procedimientos y capacitación. Para la disposición final se requiere, además los planes de regularización de los sitios actuales que se encuentran fuera de la normatividad ambiental. En este escenario, la educación ambiental, la capacitación y la difusión son fundamentales para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el municipio de Campeche donde se ubica la comunidad pesquera de Lerma (PEDDEC, 2022).

Los objetivos específicos de un Plan de Manejo son:

- Promover la prevención de la generación de residuos
- Promover y la valorización de los residuos.
- Establecer esquemas de manejo, en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados.
- Reducir el volumen y riesgo en el manejo de los residuos que no se puedan valorizar de acuerdo con las normas legales.
- Prevenir y reducir la generación de residuos a través de prácticas de consumo y producción sustentable.
- Separar, reutilizar y reciclar los residuos con la finalidad de reincorporarlos como subproductos.

Planes de Manejo para generadores de RSU de Lerma

Objetivos:

- Identificar, caracterizar y estimar la cantidad de RSU que se genera en la comunidad de Lerma.
- Identificar las fuentes de generación de RSU
- Desarrollo del plan de manejo incorporando a los generadores y empresas de servicio, mediante un esquema de corresponsabilidad, a fin de que los residuos tengan un manejo adecuado desde su aparición en el mercado como bien para su consumo, hasta el final de su vida útil.
- Difundir los planes de manejo de RSU desarrollados y promover su aplicación.
- Vigilar la aplicación de los planes de manejo desarrollados.

En el próximo capítulo abordaremos el tema de la valorización de los residuos como medida preventiva de la generación de basura y desechos, parte fundamental del plan de manejo de los RSU de la comunidad de Lerma.

5 Valorización de los residuos

La Ley Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece la necesidad de valorizar los residuos, a través de la generación de composta y el tratamiento térmico para reducir la carga orgánica y reducir los lixiviados (LGIRSU, 2022). Actualmente la separación y valorización de un porcentaje importante del volumen de residuos reciclables la realizan los carretoneros y los pepenadores.

Se estima que aproximadamente el 41% de los residuos recibidos en el relleno sanitario de Campeche son de naturaleza orgánica. La recolección selectiva de los residuos, facilita su valorización. Asimismo, la planeación de las rutas de recolección puede acrecentar la eficiencia en el servicio. Como una medida de justicia social se recomienda integrar a los pepenadores al ciclo integral de residuos sólidos de una manera formal para que cuenten con seguridad social y reconocimiento por el valioso servicio ambiental que realizan a costa de su salud.

4.1 Recuperación y aprovechamiento de residuos

La meta de la recuperación y aprovechamiento de un residuo es obtener un producto o subproducto utilizable. Con el aprovechamiento, los residuos pueden ser reutilizados o transformados en otro producto, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial. A mayor aprovechamiento de los residuos, menor demanda de nuevos recursos naturales. (Graziani, 2018).

El aprovechamiento disminuye la contaminación ambiental, el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reduce sus costos. El aprovechamiento de la fracción orgánica puede aprovecharse en la generación y producción de biogás y disminuir los lixiviados.

El aprovechamiento de subproductos inorgánicos como, el vidrio, plástico, PET, aluminio, etc., permite la disminución del volumen de los residuos y la optimización del sitio de disposición final. El aprovechamiento implica la puesta en marcha de un programa de recuperación, reúso y reciclaje de residuos sólidos (3R's) de forma permanente (Graziani, 2018).

Principios básicos para aprovechamiento de residuos:

- Se considera el residuo como materia prima o insumo con valor comercial.
- El residuo se puede aprovechar de manera directa o como resultado de procesos de tratamiento, reutilización, reciclaje, producción de bio abono, generación de biogás, compostaje, incineración con producción de energía, entre otros.
- Una forma de promover el aprovechamiento son los incentivos económicos y fiscales.
- Se requiere dotar de reconocimiento y espacio para su trabajo a la población que actualmente está realizando las actividades de recuperación, como son los pepenadores.

Objetivos del aprovechamiento de los residuos

- Reducir el volumen de residuos orgánicos que llegan a disposición final, mediante la implementación de una planta de composteo, cuya producción sea utilizada en las áreas verdes y suelo de conservación del municipio.
- Impulsar la investigación que eliminen, reduzcan o minimicen la generación y promuevan la valorización de los residuos, así también la minimización al ambiente de contaminantes por una disposición inadecuada de los residuos.
- Instituir incentivos fiscales para las industrias recicladoras que se establezcan en el municipio de Campeche, donde se localiza la comunidad de Lerma.

Metas:

- En el corto plazo que la comunidad de Lerma cuente con al menos una planta de compostaje, una planta de selección, un centro de acopio y prestadores de servicio, así como un sitio para la disposición de los residuos de la construcción y aquellos generados por las contingencias ambientales, en donde se prevea su posible reutilización.
- Reducir de manera significativa la cantidad de residuos que van a parar a los sitios de disposición final.

Acciones:

- Capacitación para promover el aprovechamiento y la valorización.
- Construcción de una planta de selección.
- Ubicación de centros de acopio en lugares estratégicos.
- Ubicación de un sitio para la disposición de los residuos de la construcción y aquellos generados durante las contingencias ambientales.
- Revisión y actualización del programa de aprovechamiento de residuos

4.2 El compostaje como método de aprovechamiento de residuos.

El volumen de basura que produce de forma cotidiana la población se incrementa junto con el crecimiento de la población, en particular los desechos orgánicos representan un grave problema de eliminación para la población y representan un grave riesgo para la conservación del medio ambiente y sus recursos. Al mismo tiempo que crece la generación de residuos orgánicos, el suelo sufre deterioro de por la agricultura intensiva, esto se evidencia por el decremento continuo de su contenido de materia orgánica y humus. Para atender esta doble problemática, una alternativa es la fabricación de composta a partir de la propia materia orgánica que actualmente se desecha en los rellenos sanitarios y genera grandes volúmenes de lixiviados (Chinachi-Sotelin et al., 2024).

El compostaje es una técnica que consiste en el apilamiento de los residuos para transformarlos en abonos para el suelo. El objetivo del compostaje es reducir el volumen de la fracción orgánica destinado a la disposición final, para que el producto obtenido sea utilizado para mejorar la productividad de suelo en las zonas agrícolas, en la reforestación del suelo de conservación y en áreas verdes como parques, jardines, camellones y centros deportivos (Chinachi-Sotelin et al. 2024).

El tratamiento de los residuos urbanos en una planta de compostaje consta de las siguientes etapas:

- a) Recepción
- b) Separación de los distintos tipos de residuos y cribado
- c) Fermentación
- d) Afino
- e) Maduración
- f) Almacenaje

4.3 Recuperación de residuos orgánicos y reciclables

La separación adecuada de las fracciones orgánica e inorgánica de los residuos facilita su aprovechamiento e incrementa la eficiencia de su gestión. Los materiales inorgánicos reciclables se pueden comercializar mediante una adecuada separación y recolección. La separación desde el interior de los domicilios permite un mejor aprovechamiento y mayor valorización de los materiales para su reciclaje (Graziani, 2018).

4.4 Divulgación y sensibilización

La sensibilización ambiental fomenta el desarrollo integral de los ciudadanos y contribuye a la concientización de la gestión para el aprovechamiento eficiente de los residuos para un medio ambiente saludable. A través de la divulgación por distintos medios como las redes sociales, radio, televisión, cine, Internet y periódico se pueden formar y fomentar los valores de respeto y cuidado del entorno ambiental. La divulgación de la importancia del cuidado del medio ambiente, permite la comprensión del funcionamiento y la complejidad entre el manejo de residuos y los ecosistemas. Las conferencias y talleres de valores ayudan a promover actitudes y competencias para una opinión social bien informada, que participe en la prevención y gestión integral de los residuos (Pataca y Flores, 2022).

El objetivo de un taller de sensibilización ambiental es generar conocimientos en las personas y grupos sociales para la comprensión del entorno ambiental y los problemas ligados a los residuos sólidos. Promueve la participación de las personas y los grupos sociales en el aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos y forma valores sociales y ambientales en el marco de la cultura del desarrollo sustentable.

La sensibilización y sensibilización tiene como metas:

- La realización de campañas de divulgación, sensibilización y educación sobre el manejo responsable y el aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos.
- La realización de talleres de información de lineamientos sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- La realización de campañas de sensibilización y educación sobre las prácticas de separación en la fuente y valorización de los residuos.

4.5 Educación ambiental

La educación ambiental relacionada con el manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, implica procesos y experiencias de aprendizaje, que provoquen el cambio de conductas y actitudes de la sociedad hacia el manejo adecuado de dichos residuos, previniendo su generación, facilitando su aprovechamiento y reciclaje y participando activamente en la vigilancia de su tratamiento y disposición final ambientalmente adecuada (Pataca y Flores, 2022).

La capacitación en materia de manejo integral de residuos de todos los elementos que participan, directa o indirectamente, en la prestación del servicio de limpia, significa poner en práctica el proceso de enseñanza-aprendizaje, como instrumento para la transmisión del conocimiento. Esta capacitación genera como resultado nuevas actitudes, motivaciones, e intereses, cuyo fin se manifiesta en conductas participativas y propositivas en el mejoramiento de la planeación y operación de procesos y proyectos concretos para mejorar la gestión integral de los residuos (Montero, 2021). Una de las acciones para la educación ambiental es desarrollar estrategias de educación y comunicación ambiental, que promuevan la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del estado.

4.6 Principios básicos de gestión de residuos

El modelo de integración de economía circular disminuye el volumen de residuos aprovechables en los rellenos sanitarios, logrando una mayor vida de utilización de los rellenos. Continuar con el modelo tradicional de relleno sanitario, solo hereda la problemática a las nuevas generaciones, ya que este tipo de rellenos utilizan superficies de tierra que pueden aprovecharse para otros fines. Los rellenos sanitarios no son un método que plantea una respuesta eficiente a la problemática de la gestión de residuos, al relleno sanitario debe llegar, como destino final, todo aquel residuo que no se logró aprovechar con sus propiedades físicas (Barrera-Valdivia et al., 2022).

La incorporación de la economía circular aporta los siguientes beneficios:

- **Beneficio ambiental:** la disminución de residuos sólidos por el aprovechamiento de estos en un nuevo producto, la disminución de residuos aprovechables en el relleno sanitario, lo que se traduce en menos contaminantes ambientales, menor volumen de recolección y la disminución de las fuentes de contaminación.
- **Beneficio económico:** la generación de empleos y el incremento de flujo económico como resultado del aprovechamiento de los residuos como nueva materia prima.
- **Beneficio social:** el bienestar de la sociedad al dar lugar a una comunidad limpia con áreas verdes, menor afectaciones por insectos transmisores de enfermedades como dengue y Chikunguña, una apreciación paisajística recreativa que otorgue mayor confort emocional, el incremento del sentido de pertenencia y compromiso ambiental de la gente en manejo sustentable de los residuos sólidos.

Los rellenos sanitarios tradicionales no son una solución definitiva son soluciones paliativas que solo sustituyen a los basureros a cielo abierto que no impide que los contaminantes lleguen a los mantos freáticos. (Barrera-Valdivia et al., 2022).

A continuación, se plantean ocho principios básicos de la gestión de residuos:

- 1) Minimizar la generación de residuos en caso de que no se pueda evitar.
- 2) Considerar a los residuos como materiales aprovechables con un valor monetario.
- 3) Separar la basura desde las distintas fuentes de generación.
- 4) Responsabilidad compartida entre productores, intermediarios y consumidores, mediante el fomento de la participación de la población.
- 5) El bienestar social depende del consumo responsable de su población.
- 6) Prevenir impactos ambientales no deseados por el mal manejo de los RSU, en detrimento de la salud pública y el ambiente.
- 7) Aplicar los principios de reducción, reutilización y reciclaje como herramientas para la minimización y valorización de los residuos sólidos urbanos.
- 8) Capacitación permanente del personal encargado de las labores de gestión de los Residuos Sólidos Urbanos.

5 Tendencias en la gestión de residuos en países de primer mundo

La tendencia en la gestión de los residuos sólidos a nivel mundial, tiene como premisa la capacidad de recuperación de los residuos para alcanzar bajos porcentajes de eliminación de estos en los vertederos. Los países de vanguardia en la gestión de sus residuos, también sobresalen por su sistema político robusto, que procura el bienestar de su población y cuenta con una legislación firme, respaldada por todos los sectores productivos de cada país, que coinciden en el cuidado del medio ambiente. Entre estos países sobresalen los países europeos y Japón (BMU, 2023).

Los países europeos que llevan la delantera en la gestión de sus residuos, aplican la Directiva 2008/98/CE establecida por la Unión Europea, y se apoyan en políticas estrictas en la jerarquización de residuos, la economía circular, la responsabilidad ampliada del productor y el principio de quien contamina paga (UE, 2008). Cabe resaltar que el impacto positivo lo generan los consumidores que reciclan, las empresas que manejan procesos de producción cerrada, y los gobiernos que brindan incentivos a las buenas prácticas o plantean políticas que favorecen el medio ambiente (Segura et al., 2020).

El panorama es muy diferente en Latinoamérica, donde la problemática de la gestión de los residuos se puede resumir en la prevalencia de una tasa alta de eliminación de residuos en los rellenos sanitarios. Por un lado, los países europeos y Japón se distinguen por un bajo porcentaje de disposición de sus residuos en rellenos sanitarios: 0.9% en promedio; en contraste con un 52% de disposición de residuos en relleno sanitario en América latina (Hidalgo y Delvaux, 2015).

6 CONCLUSIONES

La gestión de los residuos sólidos urbanos en la comunidad de Lerma es un tema de vital importancia. El manejo inadecuado de los residuos ha generado diversos problemas a la salud y al ambiente por malos olores, humo tóxico y lixiviados con alta carga contaminante y vectores como moscas, mosquitos, cucarachas y roedores transmisores de enfermedades. La caracterización de residuos es una etapa en la gestión de que permite conocer el tipo de residuo para hacer una eficiente recolección, aprovechamiento y disposición final. En el municipio de Campeche donde se localiza la comunidad de Lerma, el 41% de los residuos son de origen orgánico lo que representa un alto riesgo de generar lixiviados. Cabe resaltar que la implementación de acciones para una recolecta selectiva de los residuos facilita su valorización. Con la recuperación y aprovechamiento de los residuos se obtienen un productos o subproductos utilizables, que se puede reincorporar al ciclo económico por su valor comercial. La importancia de un mayor aprovechamiento de los residuos radica en la reducción de la demanda de nuevos recursos naturales. El aprovechamiento de los residuos disminuye el consumo de energía, preserva los sitios de disposición final y reduce sus costos, así como a reducir la contaminación ambiental. El aprovechamiento de la fracción orgánica puede aprovecharse mediante compostaje y en la generación y producción de biogás. Con estas acciones su puede disminuir la producción de lixiviados. La tendencia y el camino a seguir en la comunidad de Lerma y en general en el estado de Campeche, es la de los países de vanguardia en la gestión de los residuos sólidos, que se basa en incrementar la capacidad de recuperación de los residuos para alcanzar bajos porcentajes de eliminación de estos en los vertederos o rellenos sanitarios como última opción.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrera Valdivia, I., Hernández García, G., & Mendoza Méndez, C. E. (2022). Los rellenos sanitarios, una solución paliativa a la problemática de residuos sólidos en Zamora, Michoacán, México. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2), 1111-1126 <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.170>

Blanco, M. (2014). Modelo conceptual para la gestión de residuos sólidos urbanos en Colombia. *Revista de Tecnología*, 13 (3), 109-114. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041511>

BMU (2023). Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Waste Management in Germany 2023. Facts, data, diagrams. Disponible en : https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/abfallwirtschaft_2023_en_bf.pdf

Chinachi-Sotelin. C. R., Mayorga-Román. M.G., y Peñuela-Jara, D. R.(2024). Metodología de enseñanza del compostaje de residuos sólidos orgánicos. *Revista Científica Retos de la Ciencia*. 8(18). 87-97. <https://doi.org/10.53877/rc.8.18.20240701.8>

Graziani, P. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina. Caracas: CAF. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1247>

Hidalgo, J., y Delvaux, D. (2015). Análisis comparativo del manejo de desechos sólidos urbanos: casos de las ciudades de Guayaquil (EC) y Bruselas (BE). *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. En línea: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2015/07/desechos-solidos.html>

Hoorweg, D, y Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: A Global Review of Solid Waste Management (knowledge papers no. 15). Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>

INEGI (2021). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2020. Panorama sociodemográfico de Campeche: Censo de Población y Vivienda 2020.México.

INEGI. Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020.

INEGI. Panorama sociodemográfico de México. 2020. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825197711.pdf>

LGIRSU (2022). Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de manejo especial y peligroso del estado de Campeche. Poder Legislativo del estado de Campeche. Secretaría

General, Dirección de control de procesos legislativos. Compendio jurídico del estado, sección leyes. Decreto 83, 1 de julio de 2022. Disponible en: <https://legislacion.congresocam.gob.mx/index.php/etiquetas-x-materia/117-ley-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-solidos-urbanos-de-manejo-especial>

Montero M. (2021). Educación, Gobierno Abierto y progreso: los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el ámbito educativo. Una visión crítica de la LOMLOE. Revista De Educación Y Derecho, (23). <https://doi.org/10.1344/REYD2021.23.34443>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). División de Salud y Ambiente (HEP). 2002. Guía Metodológica para la Preparación de Planes directores del Manejo de los Residuos Sólidos Municipales en Ciudades Medianas.

Pataca R. y Flores E. (2022). Desarrollo sostenible desde la educación ambiental en Latinoamérica: Una revisión sistemática. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(3), 1981-2000. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2348

PEDDEC (2022). Plan Estatal De Desarrollo Del Estado De Campeche 2021-2027. Periódico Oficial Del Estado San Francisco De Campeche, Cam., Tercera Sección, enero 14 de 2022. <https://campeche.gob.mx/wp-content/pedelectronico/index.html>

SEDESOL. 2007. Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial de Campeche, Camp.

Segura A., Rojas L., Pulido Y. (2020). Global references in solid waste management systems. Vol. 41. No. 17, 2020. ISSN 0798 1015. Disponible en: <http://es.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

SEMABICCE (2021). Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Campeche. Disponible: <https://www.semabicce.campeche.gob.mx/ordenamiento/PE-Campeche.pdf>

SEMARNAT (2004). 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.

UE (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2008/312/L00003-00030.pdf>

Uzcanga P., N. G., Maya M., A., Cano G., A. (2012). Diagnóstico Sectorial Para la Planeación en el estado de Campeche. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. San Francisco de Campeche, Campeche, México 148 p. ISBN: 978-607-425-833-2.

8 GLOSARIO

Acopio. - Acción tendiente a reunir residuos en un lugar determinado, autorizado, apropiado, para su recolección y posterior manejo o disposición final.

Almacenamiento. - Es la retención temporal de los residuos, en lugares propicios, para prevenir daños al ambiente, a los recursos naturales y a la salud de la población.

Aprovechamiento de residuos.- Conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que los constituyen en los ciclos económicos o comerciales; así como conservar en equilibrio los ciclos biológicos, mediante su reutilización y manufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía, con lo cual no se desperdicia su valor económico y previene la contaminación del ambiente; III bis Bolsas de plástico de acarreo de un solo uso.- Aquellas que se utilizan para la transportación, carga o traslado de productos al consumidor final.

Composta. - Proceso de descomposición de materia orgánica mediante la acción de microorganismos específicos y mezcla de tierra.

Disposición final. - Acción de depositar, confinar, destruir permanentemente los residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir afectaciones a la salud de la población, así como a los ecosistemas y sus elementos.

Establecimiento. - Conjunto de construcciones, espacios, equipos, dispositivos, lugares y otros recursos de los que se disponga para la realización de actividades industriales, comerciales o de servicios;

Gestión integral. - Conjunto de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos en las distintas etapas en su ciclo de vida, desde la generación hasta su disposición final, a efecto de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, de acuerdo con las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Generador de residuos. - Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Insumo. - Material primario o secundario, subproducto o residuo empleado como base para procesos de transformación, manufactura de productos de consumo o para brindar servicios.

Liberación al ambiente. - Descarga, inyección, inoculación, depósito, derrame, emisión, vaciado,

vertimiento, rociado, pulverizado, abandono, escurrimiento, fuga, escape o goteo de residuos o de los materiales y agentes patógenos contenidos en ellos, en los medios naturales.

Manejo. - Conjunto de acciones que involucran la identificación, acopio, almacenamiento, transporte, reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento y, en su caso, disposición final de residuos.

Manejo integral. - Las actividades de reducción de la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Plan de manejo. - Instrumento de gestión que contiene el conjunto de acciones y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos, a fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su reciclaje, aprovechamiento económico, tratamiento o disposición final ambientalmente adecuados.

Proceso productivo. - Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento o utilización de materiales para producir bienes y servicios.

Reciclado. - Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

Recolección. - Acción que tiene por objeto la recoja, la separación y el traslado de los residuos en el vehículo o equipo que los conducirá a las instalaciones necesarias para su manejo o disposición final.

Relleno sanitario. - Instalación en la cual se depositan de manera temporal o permanente los residuos sólidos urbanos, en sitios y en condiciones apropiados, para prevenir o reducir la liberación de contaminantes al ambiente; prevenir la formación de lixiviados en suelos, evitar procesos de combustión no controlada, la generación de malos olores, la proliferación de fauna nociva y demás problemas ambientales y sanitarios.

Remediación. - Proceso mediante el cual se deja el suelo contaminado en las condiciones originales en que se encontraba.

Residuo. - Material, insumo, producto o subproducto generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o procesamiento, que se desecha y que puede ser susceptible de aprovechamiento o

requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.

Residuos de Manejo Especial. - Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos conforme a la normatividad ambiental vigente o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos Sólidos Urbanos. - Los generados en la casa habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques; o que provienen de cualquier otra actividad que genere residuos con características domiciliarias; así como los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados como residuos de manejo especial o peligroso.

Reutilización. - El empleo de un material o residuo previamente empleado; sin que medie un proceso de transformación. (LGIRSU 2022).

ENTREGABLE NO.4



**Cooperativa:
"Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros
operada con energía termosolar para su integración en
comunidades rurales"**

**CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN
SOBRE LAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RESIDUOS
SÓLIDOS Y DE PESCADO A LA POBLACIÓN DE LAS
COMUNIDADES PESQUERAS DE CAMPECHE.**



PROYECTO PRONACES: PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGÍA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACIÓN EN COMUNIDADES RURALES". NÚMERO CONAHCYT 319524.

Índice

1	PRESENTACIÓN	2
2	INTRODUCCIÓN	4
3	PLÁTICA DE SENSIBILIZACIÓN A PESCADORES DE LA COMUNIDAD DE LERMA EL DÍA 12 DE ABRIL DE 2024	5
4	TALLER DE SECADO SOLAR A PESCADORES DE LA COMUNIDAD DE LERMA Y DE ATASTA, 13 DE MAYO DE 2024.	9
		9
5	TALLER DE SECADO SOLAR A ESTUDIANTES DE GASTRONOMÍA DEL INSTITUTO CAMPECHANO, 23 DE MAYO DE 2024.	18
6	TALLER DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD PESQUERA DE LERMA, CAMPECHE, POR EL DÍA INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 5 DE JUNIO DE 2024	24
	CONCLUSIONES	29

1 PRESENTACIÓN

El presente trabajo forma parte de los entregables planteados en el proyecto de investigación titulado: *“Gestión integral de los residuos de una planta de secado termo solar de productos marítimos, implementada en comunidades pesqueras marginadas de Campeche y sus implicaciones en la calidad de vida digna y productiva de la población”*, aprobado en la Convocatoria de Estancia Posdoctoral por México Convocatoria 2023 (1), Modalidad 2, Estancia Posdoctoral de Incidencia.

Este proyecto se circunscribe al Proyecto PRONACES *“Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”*; número CONAHCYT 319524, dirigido por la Dra. Margarita Castillo Téllez, Profesora-Investigadora SIN, Nivel 1, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, responsable del Programa Institucional de Uso eficiente de agua y Manejo de aguas residuales de la Coordinación General de Sustentabilidad de la UACAM.

El proyecto PRONACES, CONAHCYT 319524, plantea que *“el sector pesquero y acuícola es fundamental para la generación de alimentos y su contribución a la economía nacional, fortaleciendo, la soberanía alimentaria y territorial. Propone la instalación de una Planta solar comunitaria para el secado de productos pesqueros, para su integración y asimilación comunitaria de Lerma, como un proyecto de desarrollo sustentable con carácter multidisciplinario”*.

Los residuos del pescado no aprovechados para consumo humano representan hasta un 60% de la captura, incluyendo las escamas, las vísceras, la piel, la cabeza y espinazo entre otros. Los residuos de pescado sin un manejo adecuado se pueden convertir en fuente de contaminación ambiental y un peligro para la salud de la población. En este escenario, el proyecto PRONACES tiene entre sus objetivos promover un cambio cultural en las comunidades a través de la sensibilización ambiental, que les proporcione herramientas educativas encaminadas a la implementación de acciones eficaces, individuales y colectivas que mitiguen y el deterioro ambiental y puedan también hacer frente a los desafíos del cambio climático.

La sensibilización ambiental va dirigida a toda la población de la comunidad pesquera de Lerma para que, conociendo la importancia del cuidado del medio ambiente ya través del uso sostenible de sus recursos aplique en su quehacer cotidiano y se conduzca bajo los criterios de la sustentabilidad, que declara la importancia de *“La satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (Informe de Brundtland.1987).

El concepto de sustentabilidad comprende las dimensiones siguientes:

a) Dimensión ecológica, que se relaciona con la preocupación por mantener en el largo plazo los ecosistemas y sus recursos, que son la base material en la que se sustentan las sociedades humanas.

b) Dimensión económica, que implica asegurar las oportunidades productivas, de forma equitativa, para los miembros de la comunidad para proveer de los bienes y servicios que su población requiere.

c) Dimensión social, que se refiere a la democratización de la sociedad y a la necesidad de construir ciudadanía y buscar garantizar la incorporación plena de las personas a los procesos de desarrollo.

A través de la educación ambiental se reconoce que el cuidado y la conservación del ambiente va de la mano con el contexto económico, político y social. Así, la educación ambiental promueve el diálogo como mecanismo de convivencia comunitaria respetuosa y sensibilizar a la comunidad sobre la problemática del uso irracional de recursos naturales y las consecuencias sociales, económicas y ecológicas negativas que puede generar en nuestra vida y en la del resto del mundo.

Actualmente las comunidades productivas requieren desarrollar estrategias de sostenibilidad de los ecosistemas de los cuales dependen esos medios de vida. Por lo anterior, el proyecto posdoctoral incluye actividades de sensibilización ambiental para la comunidad de pescadores de Lerma, donde se implementará la planta de secado comunitaria. Estas actividades tienen por objetivo que la población de la comunidad conozca la relación que existe entre la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los medios de vida, para que integre a sus actividades comerciales y productivas buenas prácticas ambientales, de conservación y protección de la biodiversidad.

Se plantea un proceso de sensibilización basado en el diálogo y la reflexión, participativas con la comunidad que permita un aprendizaje y asimilación de forma clara y sencilla, con un enfoque inclusivo, de respeto a las diferentes culturas, edades, género, creencias y habilidades.

Agradecimientos.

Agradezco el apoyo en la elaboración de este trabajo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche a través del Proyecto PRONACE FOP04-2021-03-319524 “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales” y al CONAHCYT por la beca de estancia posdoctoral otorgada.

2 INTRODUCCIÓN

La primera actividad de sensibilización ambiental consistió en un encuentro con los pescadores de la comunidad de Lerma el día 12 de abril de 2024.

La segunda actividad que se llevó a cabo fue el Taller de sustentabilidad ambiental para la comunidad pesquera de Lerma, Campeche, el día 5 de junio de 2024, por el Día Internacional del Medio Ambiente.

La tercera actividad se realizó en el laboratorio de secado de la Facultad de ingeniería de la UACAM y consistió en un Taller de secado solar a pescadores de la comunidad Lerma y de Atasta.

Finalmente, la cuarta actividad consistió en un Taller de secado solar dirigido a estudiantes de gastronomía del Instituto Campechano.

A continuación, se describen las actividades realizadas.

3 PLÁTICA DE SENSIBILIZACIÓN A PESCADORES DE LA COMUNIDAD DE LERMA EL DÍA 12 DE ABRIL DE 2024

El día viernes 12 de abril se llevó a cabo una reunión con un grupo de pescadores de la comunidad de Lerma, Campeche. El lugar de la reunión fue la palapa del puerto de abrigo de la comunidad. Como parte de los trabajos de difusión y capacitación se impartió la plática titulada “Beneficios socio-ambientales de una planta de secado solar. Alternativa sustentable para las comunidades pesqueras del Estado de Campeche.”

El objetivo de la ponencia fue sensibilizar a los asistentes sobre la problemática ambiental que actualmente vivimos y la forma en que, a través de nuestras actividades cotidianas, contribuimos a acrecentar o a disminuir esta situación.

El contenido de la presentación puso de relieve la importancia del uso de fuentes de energía limpias, como la energía solar, que ofrece múltiples beneficios económicos, sociales y ambientales. A diferencia de los combustibles fósiles, la energía solar es gratuita y no genera residuos contaminantes que dañen la salud humana y el ambiente.

La plática incluyó una dinámica grupal, en la que se invitó a los participantes a conversar sobre la actividad que realizan como medio de vida y a opinar sobre cómo nuestras acciones individuales impactan de forma negativa o positiva al medio ambiente, a nivel local y al mismo tiempo de forma global.

Los pescadores comentaron que están conscientes que el desarrollo de su actividad genera contaminación. Mencionaron que los motores de sus lanchas contaminan y que requieren de otras opciones menos contaminantes. También mencionaron que procuran cuidar el mar y evitan

arrojar los residuos sólidos que generan durante su actividad pesquera y destacaron el cuidado que tienen con los peces que están en veda, o que no cumplen con la talla para ser recolectados para su venta y los devuelven al mar.

La dinámica grupal permitió a los pescadores externar sus inquietudes sobre la forma en que, desde sus actividades cotidianas, pueden ayudar a la preservación y cuidado del medio ambiente. Debido a la sobreexplotación de especies de alto valor comercial y el deterioro ambiental, el incremento del volumen de pesca no representa una solución a los problemas que enfrentan los pescadores de Lerma y sus familias. La utilización de las energías limpias en proyectos productivos comunitarios, como la planta de secado termosolar, aprovecha y aporta valor agregado a productos marítimos de bajo valor comercial o que por sus características no se aprovechan para consumo humano. A través del secado de residuos de pescado, utilizando una planta de secado solar, se puede obtener harina de pescado que sirve de materia prima para múltiples productos. Así, los residuos que pueden convertirse en fuente de contaminación del agua, suelo y aire se aprovechan de forma sustentable. Este proceso de secado no utiliza combustibles fósiles, lo que ayuda a mitigar la contaminación que generan los gases de efecto invernadero que dan lugar al cambio climático.

Durante el desarrollo de la plática y el intercambio de ideas se percibió el interés de los asistentes por el tema ambiental. Tanto los pescadores como sus esposas e hijos coincidieron en la necesidad de cuidar el ambiente y sus recursos, para que las nuevas generaciones gocen de sus beneficios y puedan acceder a ellos como lo hace la generación actual.

A continuación, se presenta el Plan de sesión que se aplicó durante esta actividad:



PLAN DE SESIÓN						
Actividad	Taller	Título	"Educación ambiental para la vida"			
Objetivo:	Sensibilizar a la población de la comunidad de pescadores sobre la importancia del medio ambiente y el cuidado del mismo. Que adquiera herramientas para trabajar de forma individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales actuales sobre ahorro y cuidado del agua, manejo adecuado de los residuos sólidos y el uso eficiente de la energía eléctrica.					
Responsables:	Dr. Alfonso Lorenzo Flores, Dra. María Esther Mena, Mtro. José Rubén Martínez Paredes					
Fecha de realización:	Marzo de 2024	No. de Sesión:	01/2024	Duración:	2.5 horas.	Equipo
Hora de inicio:	17:00 pm	Hora de término:	19:30 pm	Dirigido a:	Mujeres de 18 años en adelante y adultos mayores	
TIEMPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN BREVE			MATERIALES	RESPONSABLES
	Registro asistencia				Lista de asistencia	
5 min	Bienvenida	Se dará la bienvenida a los participantes, se establecerá un ambiente de confianza y compañerismo entre el grupo y el ponente.				
10 min	Presentación	Se explicará que el taller de educación ambiental para la vida consiste en 2 módulos: I- Conociendo el Medio Ambiente (10 min); II.- Ecosistemas y Biodiversidad: Su Conservación y su protección (10 min). Se dará a conocer: <ul style="list-style-type: none"> • la importancia del cuidado del ambiente y otros aspectos que nos ayudarán a crear conciencia para conservar, proteger y preservar la vida de todos los organismos en el planeta; • la importancia del cuidado del ambiente en sus actividades productivas y comerciales, y podrán tomar decisiones para evitar o minimizar los impactos negativos y aprovechar los impactos positivos. • Se pide a los participantes que digan su nombre y se coloquen una etiqueta con su nombre. 			Post-its y plumones para que los asistentes escriban su nombre.	Dr. Alfonso Lorenzo Flores, Dra. María Esther Mena, Mtro. José Rubén Martínez Paredes
20 min	Contextualizar el concepto y la importancia del cuidado del medio ambiente y los ecosistemas (Pregunta generadora) (Fase: Ver)	Presentación de PowerPoint con los temas: Conociendo el Medio Ambiente Ecosistemas y Biodiversidad: Su Conservación y su protección. Al concluir la 1ra presentación se pregunta a los asistentes ¿Cómo contribuimos al deterioro o al cuidado del medio ambiente en nuestra vida cotidiana? Hacer la reflexión de que todos debemos evitar acciones en contra del medio ambiente y sus recursos naturales. Al concluir la 2da presentación se pregunta a los asistentes ¿Cómo se relacionan los distintos componentes del medio ambiente y cómo afecta la contaminación en nuestra vida cotidiana?			Internet, cañón, pantalla, bocina y micrófono	Dr. Alfonso Lorenzo Flores, Dra. María Esther Mena, Mtro. José Rubén Martínez Paredes

Figura 1. Hoja 1 de 2 del Plan de sesión

80 min	Dinámica para la identificación de los elementos que forman el medio ambiente y la importancia del cuidado del agua, suelo, aire y la biodiversidad y reflexión sobre los beneficios y desafíos (Preguntas generadoras) (Fase: Analizar)	Para reforzar la información de las presentaciones se invita a los participantes a participar en las siguientes dinámicas: 1.- Juego con tarjetas pegadas en la espalda con el nombre de un animal, planta o cualquier otro elemento del medio ambiente. El reto es adivinar "quién soy" mediante preguntas para identificar los elementos que encontramos en el medio que nos rodea. (20 min) 2.- Leer un texto previamente impreso que contenga la definición de medio ambiente. (5 min) 3.- Solicite a dos participantes que platicuen sobre la actividad que realizan y la importancia de contar los recursos naturales en su vida cotidiana, que identifiquen a qué tipo de recursos naturales tengo acceso y si el uso que hago de ellos es el correcto. (15 min) 4.- Solicite a los y las participantes que se organicen en 2 grupos. Cada grupo debe construir una historia o testimonio sobre algún acontecimiento atribuido al cambio climático que haya ocurrido en su comunidad. Asimismo, pedir que cada grupo exponga su testimonio. Al finalizar la exposición de los grupos el facilitador debe preguntar: ¿Están preparados para afrontar estos impactos, si ocurrieran nuevamente? (20 min) 5.- Para reforzar la importancia del agua y su cuidado solicite a los participantes organizar 2 grupos, para que construyan el ciclo hidrológico mediante tarjetas que contienen las distintas fases. Resaltar que la falta de conservación y protección de suelos y árboles de las partes altas de las montañas afecta la disponibilidad de agua, por lo que debemos cuidar y proteger estas áreas, y así asegurar la disponibilidad del agua a las generaciones futuras. (20 min)	Hojas blancas, papel bond, marcadores, cinta masking.	Dr. Alfonso Lorenzo Flores, Dra. María Esther Mena, Mtro. José Rubén Martínez Paredes
30 min	Dinámica libre sobre las acciones que podemos realizar en nuestra vida cotidiana para el cuidado del medio ambiente y sus recursos: agua, suelo, aire y la biodiversidad. (Preguntas generadoras) (Fase: Actuar)	¿Qué acciones individuales y colectivas podemos realizar para el cuidado del medio ambiente? Motivar a tomar acciones como: - No tirar basura en las carreteras, calles, ríos o playas. - No destruir los bosques con la tala de sus árboles e incendios para establecer cultivos. - No desperdiciar el agua cuando nos bañamos, lavamos ropa, los dientes y las manos. - Reutilizar materiales y objetos como las llantas, envases, y otros. - Participar en las campañas de limpieza y siembra de árboles - Participar en la protección y conservación de los recursos naturales de nuestra comunidad. -Hacer un uso adecuado de la energía eléctrica en el hogar, trabajo y escuela Se les hace entrega de trípticos sobre que contienen información adicional sobre el cuidado del agua, del manejo de la basura y el ahorro de energía en el hogar para que los lean con su familia	Papel bond Plumones Post-it Cinta adhesiva	Dr. Alfonso Lorenzo Flores, Dra. María Esther Mena, Mtro. José Rubén Martínez Paredes
10 min	Cierre	Reflexiones y opiniones de los participantes. Agradecimiento a los participantes Acuerdos para el próximo taller: fecha y hora de reunión.	--	Dr. Alfonso Lorenzo Flores, Dra. María Esther Mena, Mtro. José Rubén Martínez Paredes
Observaciones: Plan B- Sentados en círculo, se aplicará la dinámica de diálogo abierto con el tema: Beneficios del cuidado del ambiente en mi vida actual y para las nuevas generaciones. Con la opinión de los participantes se construirán las conclusiones.				

Dr. Alfonso Lorenzo Flores

Dra. María Esther Mena

Mtro. José Rubén Martínez Paredes

Figura 2. Hoja 2 de 2 del Plan de sesión

La figura 3 muestra la portada de la presentación en POWER POINT que sirvió de base teórica para la charla de sensibilización ambiental



Figura 3. la portada de la presentación en POWER POINT que sirvió de base teórica para la charla de sensibilización ambiental

La figura 4 muestra imágenes del desarrollo del encuentro con los pescadores en la palapa del puerto de abrigo de Lerma.



Figura 4. Desarrollo del encuentro con los pescadores en la palapa del puerto de abrigo de Lerma

4 TALLER DE SECADO SOLAR A PESCADORES DE LA COMUNIDAD DE LERMA Y DE ATASTA, 13 DE MAYO DE 2024.

El 13 de mayo se llevó a cabo, en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la UACAM, el taller de secado solar y preparación de alimento para tilapia, a base de harina de pescado. En este taller participó un grupo de la comunidad de Lerma y los miembros de una cooperativa de pescadores de la península de Atasta que se dedica a la producción acuícola de tilapia.

Esta actividad forma parte del Proyecto PRONACES “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”. El proyecto coadyuba a la seguridad energética y alimentaria en comunidades pesqueras del estado de Campeche. Propone una solución innovadora mediante la implementación de tecnologías de secado híbrido solar-convencional para productos pesqueros,

buscando mejorar las condiciones de vida y promover la sustentabilidad en estas comunidades.

Después de la recepción dio inicio el taller con una introducción a los distintos sistemas de secado de alimentos y la importancia que tiene el proceso de secado para la conservación de los alimentos.

La utilización de energías limpias y amigables en el secado de alimentos fue el eje principal del taller. La planta de secado solar comunitaria es una alternativa sustentable, para el aprovechamiento de los productos pesqueros de bajo valor comercial. Tiene como meta el bienestar social y contribuir a la reducción de la desigualdad en las comunidades pesqueras marginadas del Estado de Campeche.

La planta de secado solar aprovecha la energía solar y procura un ambiente sustentable bajo en emisiones. Reduce el consumo energético de fuentes convencionales, lo que se traduce en ahorro de dinero. Los secadores solares son relativamente simples de construir y no requieren altos costos de mantenimiento. El secado solar posibilita la conservación de los alimentos y plantas y contribuye a la seguridad alimentaria. Al integrar tecnologías solares contribuye a la reducción de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero y en consecuencia a mejorar la calidad del aire y medioambiente.



Figura 1. Bienvenida a los participantes del taller.

A los participantes se les explicó las distintas etapas del proceso del secado de pescado. Al reducir el contenido de humedad del pescado, entre un 10% y un 20%, eliminan las condiciones para el desarrollo de la microflora dañina, con lo que se alarga el período útil del pescado.

Se expuso a los participantes del taller que la duración del secado depende de la temperatura, velocidad y la humedad relativa del aire, así como de la rapidez con que el agua se elimine del pescado y los residuos.



Figura 2. Explicación introductoria al secado solar

Las condiciones climatológicas del lugar donde se instala el secador solar es importante en la determinación de los requerimientos energéticos y las condiciones de operación del secado solar a las cuales se someterá el pescado ya que debe proveer de calor suficiente para garantizar un secado rápido y evitar así la proliferación de microorganismos.

La primera etapa del taller consistió en mostrar físicamente las instalaciones de la planta de secado solar instalada en la Facultad de Ingeniería de la UACAM, para que los alumnos conocieran de cerca los componentes del sistema.



Figura 3. Demostración físicamente las instalaciones de la planta de secado solar instalada en la Facultad de Ingeniería de la UACAM.

Dentro del laboratorio de secado se hizo una demostración del equipo de precisión para medir los parámetros determinantes en el secado de pescado como son la actividad del agua y el contenido de humedad.

A continuación se dio inicio al taller del proceso de fabricación del alimento para tilapia, que incluye la recepción del residuo de pescado, la cocción del residuo, el prensado del residuo para extraer su fase líquida, el secado de la torta obtenida después del prensado, la molienda del residuo de pescado seco hasta alcanzar la finura adecuada, la preparación de la mezcla de acuerdo a la dosificación especificada, la elaboración de los pellets y finalmente el empaquetado del producto final para su almacenaje.



Figura 4 Inicio del taller de secado solar de residuos de pescado

A continuación, se describe gráficamente el procedimiento a seguir para la fabricación del alimento para tilapia:

Paso 1.- El residuo se pesa y se lava con agua corriente repetidas veces.



Figura 5. Pesado y lavado de residuos de pescado

Paso 2.- Los residuos de pescado tales como huesos, cabezas, escamas, vísceras y colas, pasan por un proceso de cocción dentro de una vaporera, con la finalidad de que el residuo se ablande y facilite la molienda de los residuos una vez deshidratado.



Figura 6. Demostración de equipos de lavado de pescado

Paso 3.- Se tomaron parámetros de medición iniciales como el peso, contenido de humedad, actividad del agua (a_w) y colorimetría.

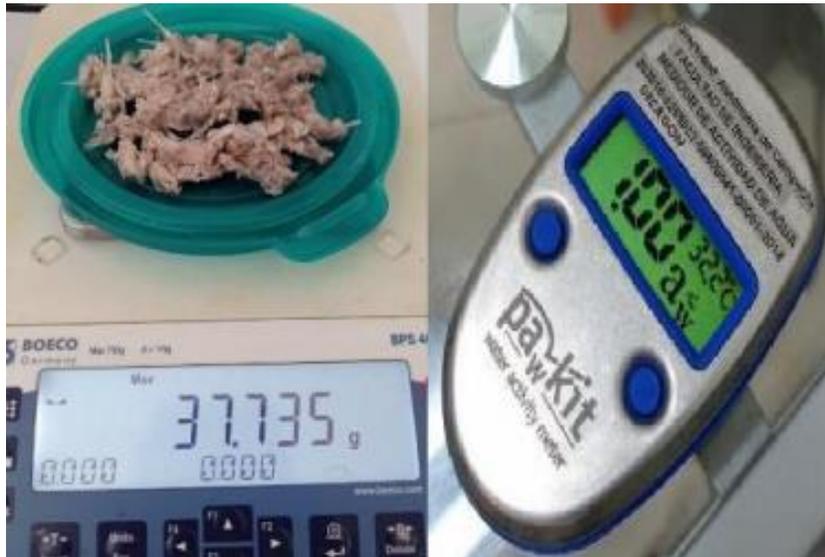


Figura 7. Medición de parámetros iniciales del residuo de pescado

Paso 4.- Se procede a colocar residuo de pescado dentro del secador solar tipo invernadero sobre las parrillas de acero inoxidable.



Figura 8. Interior del secador solar tipo invernadero

Paso 5.- Se monitorea el secado mediante sensores de temperatura y pesaje.



Figura 9. Medición de parámetros al finalizar el proceso de secado

Paso 6.- Cuando el residuo alcanza una cantidad de humedad menor al 10% se retira del invernadero.



Figura 10. Proceso de monitoreo del secado de residuos

Paso 7.- Se procede a la molienda del residuo de pescado.



Figura 11. Proceso de molienda de residuos secos

Paso 8.- Se procede a la preparación de la mezcla de acuerdo a la dosificación especificada para alimento de tilapia.



Figura 12. Mezclado de ingredientes para alimento de tilapia

Paso 9.- La mezcla homogénea se pasa por una peletizadora para obtener el acabado final del alimento para tilapia.



Figura 13. Proceso de paletizado

Paso 10.- Se empaquetan los pellets adecuadamente para su almacenamiento.



Figura 14. Proceso de empaquetado al vacío

Paso 11. Al final el proceso de elaboración del alimento para tilapia se realiza una limpieza exhaustiva del equipo y el laboratorio.

Con esta actividad se concluyó el taller de capacitación del secado solar de pescado seco.



Figura 15. Fotografía grupal de los participantes del taller.

5 TALLER DE SECADO SOLAR A ESTUDIANTES DE GASTRONOMÍA DEL INSTITUTO CAMPECHANO, 23 DE MAYO DE 2024.

Como parte de las actividades de capacitación, el día 23 de mayo del presente año se llevó a cabo el taller de secado solar a dos grupos de estudiantes de la carrera de gastronomía del Instituto Campechano. La escuela de gastronomía fue fundada en el mes de septiembre en el año 2002, por el Director de la Escuela de Turismo, el Mtro. Eduardo Aguilar Pérez. Actualmente, cuenta con dos talleres de cocina, un taller de repostería y un laboratorio de enología.



Figura 1. Bienvenida a los alumnos de gastronomía del Instituto Campechano

Los alumnos de gastronomía, acompañados de dos de sus profesores, fueron recibidos por el Director de la Facultad de Ingeniería de la UACAM Mtro. Francisco Javier Barrera Lao y por la Dra. Margarita Castillo Téllez, Profesora-Investigadora y directora del proyecto PRONACES “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”; número CONAHCYT 319524.



Figura 2. Platica introductoria al proceso de secado solar de alimentos

Durante la bienvenida se impartió charla de introducción a los distintos sistemas de secado de alimentos y la importancia que tiene el proceso de secado para la conservación de los alimentos. Existen distintos tipos de secado de productos marítimos que utilizan en su proceso combustibles fósiles que generan emisiones de gases de efecto invernadero que contaminan.

La planta de secado solar aprovecha la energía solar y procura un ambiente sustentable, reduce el consumo energético de fuentes convencionales, lo que se traduce en ahorro de dinero. Los secadores solares son relativamente simples de construir y no requieren altos costos de

mantenimiento. El secado solar posibilita la conservación de los alimentos y plantas y contribuye a la seguridad alimentaria. Al integrar tecnologías solares contribuye a la reducción de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero y en consecuencia a mejorar la calidad del aire y medioambiente.

Después de la bienvenida y la plática introductoria dio inicio el taller en el laboratorio de secado solar.

La primera etapa del taller consistió en mostrar físicamente las instalaciones de la planta de secado solar instalada en la Facultad de Ingeniería de la UACAM, para que los alumnos conocieran de cerca los componentes del sistema.



Figura 3. Demostración física de las instalaciones de la planta de secado solar instalada en la Facultad de Ingeniería de la UACAM.

Dentro del laboratorio de secado se hizo una demostración del equipo de precisión para medir los parámetros determinantes en el secado de pescado como son la actividad del agua y el contenido de humedad.



Figura 4. Demostración del equipo de laboratorio para medir la actividad del agua y el contenido de humedad.

A continuación, se describe gráficamente el procedimiento a seguir para el secado del filete de pescado.

Paso 1.- Se lavan y desinfectan los utensilios de corte y todo lo que pueda estar en contacto con el alimento.



Figura 5. Lavado y desinfección de los utensilios de corte

Paso 2.- Se procede al eviscerado y al fileteado del pescado.



Figura 6. Eviscerado y fileteado del pescado

Paso 4.- Las láminas delgadas del filete se distribuyen uniformemente en las bandejas de secado y se colocan dentro del secador solar.



Figura 7. Colocación del filete en las bandejas de secado

Paso 5.- Se monitorean cada 30 minutos su peso hasta que este sea constante o su humedad este alrededor del 10-15%.



Figura 8. Monitoreo del contenido de humedad.

Paso 6.- Se retira el producto, se deja enfriar y se empaqueta adecuadamente para su almacenamiento



Figura 8. Empaquetado del filete de pescado seco.

Con esta actividad se concluyó el taller de capacitación del secado solar de pescado seco.



Figura 9. Fotografía grupal de los participantes del taller.

6 TALLER DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD PESQUERA DE LERMA, CAMPECHE, POR EL DÍA INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 5 DE JUNIO DE 2024

En el marco del 5 de junio, Día Mundial del Medio Ambiente, y en colaboración con el Instituto EPOMEX-UACAM y con el apoyo del Instituto de Pesca del Estado de Campeche (INPESCA), se realizó el "Taller de Sustentabilidad Ambiental" dirigido a la comunidad de pescadores de Lerma, Campeche.

El Taller de Sustentabilidad Ambiental se sumó a las actividades del Proyecto 319524: Planta Comunitaria Solar que cuenta con financiamiento del CONAHCYT, liderado por la Dra. Margarita Castillo Téllez de la Facultad de Ingeniería - UACAM. La figura 1 muestra el cartel del Taller de Sustentabilidad Ambiental y las actividades programadas.



The poster features logos at the top for UACAM (Universidad Autónoma de Campeche), Coordinación General de Sustentabilidad Yum Kaax, EPOMEX (Instituto de Ecología Pesqueras y Oceanografía del Golfo de México), and INPESCA (Instituto de Pesca del Estado de Campeche). The main text reads: 'PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGIA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACION EN COMUNIDADES RURALES (CONAHCYT-319524) TALLER DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD PESQUERA DE LERMA, CAMPECHE.' Below this, it lists activities: 'Gestión integral de residuos (CGS Yum Kaax):' with sub-points for Separación, Reciclaje, and Compostaje; 'Uso eficiente y sistemas de generación de energía limpia (CGS Yum Kaax):' with 'Sistemas de energía limpia'; 'Captación de agua de lluvia (CGS Yum Kaax):' with 'Sistemas de captación y aprovechamiento de agua'; and 'Acuicultura (Instituto EPOMEX):' with 'Manejo sustentable de sistemas de acuicultura' and 'Parámetros ambientales y meteorológicos'. At the bottom left, it specifies: 'Fecha: 5 de junio 2024. Horario: 9:30 a 14:00 Hrs. Lugar: Campus 6 de Investigación'. The bottom left also features the CONAHCYT logo (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías). On the right side, there are two circular images: the top one shows a modern solar panel structure, and the bottom one shows a white building with 'EPOMEX' written on it.

Figura 1. Cartel de Taller de Sustentabilidad Ambiental

El taller se realizó en su primera etapa en las instalaciones del Laboratorio de Compostaje de la Coordinación General de Sustentabilidad Yum Kaax y en su segunda etapa en las instalaciones

del Laboratorio de Acuicultura del Instituto EPOMEX, ambos en el Campus 6 de Investigación de la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM).

Los temas que se impartieron en el Laboratorio de Compostaje de la Coordinación General de Sustentabilidad Yum Kaax fueron:

1. Sistemas de captación de agua de lluvia y sistemas de bombeo fotovoltaico. Es un sistema que permite la recolección, almacenaje, saneamiento y uso del agua de lluvia que escurre en el techo o cubierta para su aprovechamiento en la vivienda. En comunidades donde no existe suministro de agua o es temporal, este sistema ayuda a aminorar su escasez. Son muchas las ventajas de estos sistemas de captación: abastece agua a la vivienda cuando no se cuenta con el servicio de agua entubada, la reducción en el consumo de agua entubada. Con la utilización de agua pluvial, se ahorra dinero destinado al pago de agua. El agua de lluvia también puede ser utilizada para el riego, lavado de enseres domésticos, aseo de la vivienda, consumo de animales. Cabe resaltar que en la planta de secado solar se aprovechará el agua de lluvia mediante la instalación de un sistema de captación.



Figura 1. Taller de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

Un Sistema Fotovoltaico (SF) es un conjunto de dispositivos o componentes, que permiten aprovechar y utilizar la energía solar para la producción de energía eléctrica. Estos pueden ser de dos tipos: a) sistemas no conectados a la red, los cuales pueden contar con sistemas de acumulación de energía (baterías) o pueden tener una configuración más simple, sin baterías (autónomos); y b) sistemas conectados a la red.

El uso de fuentes de energía renovable, como los sistemas fotovoltaicos aplicados al alumbrado, bombeo de agua o refrigeración solar, son una alternativa viable sobre el uso de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos pueden implementarse en un amplio tipo de instalaciones. La figura 2 muestra una imagen de la exposición del uso de un sistema fotovoltaico.



Figura 1. Exposición del sistema de bombeo fotovoltaico.

2. Separación de residuos sólidos urbanos. Es importante separar los residuos porque la mayor parte de estos son reutilizables y reciclables. Si se mezclan se convierten en basura lo cual dificulta su aprovechamiento. Al separar los residuos por su tipo promovemos su reciclaje. Al separar el papel, el plástico, el vidrio y la materia orgánica se facilita la recolección de residuos, contribuyes a reducir el espacio que ocupan los residuos sólidos en los rellenos sanitarios y tiraderos, a alargar la vida útil de estos materiales, en la disminución de la contaminación ahorrar recursos naturales y energía. Reciclar es transformar los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos. La valorización de los residuos es el principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

La figura 3 muestra una imagen de la exposición sobre el taller de separación y reciclaje de residuos sólidos urbanos.



La figura 3 muestra una imagen de la exposición sobre el taller de separación de residuos sólidos urbanos

3. Compostaje de residuos orgánicos y compostaje con lombrices de tierra. El compostaje es una forma sencilla y efectiva de reducir nuestra huella de carbono. El compostaje es una tecnología de bajo costo, es un proceso que modifica la basura orgánica de la cocina a través de la acción de los microorganismos para convertirla en útil abono orgánico que permite mejorar las condiciones físico-químicas del suelo y aumenta la productividad de los cultivos. El compostaje de residuos orgánicos aporta muchos beneficios económicos que se traducen en ahorros durante la recolección, el transporte y el manejo de estos, los camiones recolectores pueden incrementar su capacidad de recolección en una misma ruta, la vida útil del sitio de disposición final se prolonga. Como beneficios ambientales el compostaje mejora los suelos, previene la generación de lixiviados dentro de un relleno sanitario que puede contaminar el manto freático o el suelo. Como parte de los beneficios sociales, el implementar un programa de compostaje doméstico puede mejorar la imagen de la comunidad y ofrece la oportunidad de participar en una actividad de protección al ambiente y sus recursos.

El compostaje de lombriz, se obtiene de un proceso denominado vermicompostaje, en el que las lombrices digieren material orgánico, descomponiéndose gracias a la acción de sus enzimas digestivas y de la microflora presente en su organismo. Es considerado como el mejor abono orgánico que existe. Una sola tonelada de humus de lombriz equivale a 12 toneladas de estiércol vacuno, y a 4 toneladas de compost. Se puede emplear en todo tipo de cultivo, y es apto para utilizar en ecológico.

La figura 4 muestra una imagen de la exposición sobre el taller de compostaje de residuos orgánicos y compostaje con lombrices de tierra.



Figura 4. Exposición sobre el taller de compostaje de residuos orgánicos y compostaje con lombrices de tierra.

CONCLUSIONES

Durante los talleres de capacitación y de sensibilización se logró establecer una comunicación cordial con los participantes, lo que permitió que los pescadores y sus familias participaron con entusiasmo. Siempre mostraron interés por conocer el uso de la energía limpia y el cuidado del medio ambiente. En cada reunión compartieron sus experiencias comunitarias y sus necesidades, lo que permitió al grupo de investigación centrar sus esfuerzos en los aspectos de interés para la comunidad pesquera.

Por otro lado, con los talleres dirigidos a estudiantes se logró un acercamiento al trabajo de investigación que se realiza a través del apoyo de CONAHCYT. Cabe resaltar la importancia del trabajo multidisciplinario, que se realizó durante las jornadas de capacitación y sensibilización, con la participación de especialistas del área social, tecnológica y de desarrollo de modelo de negocios, que permitió aportar, a los participantes, un panorama integral del impacto positivo la implementación de la planta comunitaria de secado solar en las comunidades pesqueras.

ENTREGABLE NO.5



Sistema Integrado de Gestión Ambiental para una planta comunitaria de secado solar



PROYECTO PRONACES: PLANTA COMUNITARIA PARA EL SECADO DE PRODUCTOS PESQUEROS OPERADA CON ENERGÍA TERMOSOLAR PARA SU INTEGRACIÓN EN COMUNIDADES RURALES". NUMERO CONAHCYT 319524.

ÍNDICE

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	7
2	INTRODUCCIÓN	9
2.1.	GENERALIDADES.....	9
3	MODELO DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN AMBIENTAL, DE ENERGÍA Y DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	11
4	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	13
4.1	GENERALIDADES.....	13
4.2	COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO.....	13
4.3	ALCANCE DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN.....	14
4.4	COMPRENSIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD PESQUERA.....	14
4.4.1	<i>Alcance del Sistema de Gestión Ambiental</i>	15
4.4.2	<i>Alcance del sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo</i>	15
4.4.3	<i>Alcance del Sistema de Gestión de la Energía</i>	15
5	POLÍTICA, OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES, ENERGÉTICAS Y DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	15
5.1	OBJETIVOS AMBIENTALES, DE ENERGÍA Y DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 15	
5.1.1	<i>Objetivo general del sistema integrado de gestión</i>	16
5.1.2	<i>Objetivo del sistema de gestión ambiental</i>	16
5.1.3	<i>Objetivo del sistema de gestión de la energía</i>	16
5.1.4	<i>Objetivo del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo</i>	16
5.2	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN LA ORGANIZACIÓN.	16
6	MANUAL PARA EL SISTEMA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) 17	
6.1	OBJETIVO.....	18



6.2	INTRODUCCIÓN	18
6.3	RECICLAJE Y ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS RSU GENERADOS EN LA PLANTA COMUNITARIA.....	25
6.4	ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS PLÁSTICOS.....	26
6.5	ECONOMÍA CIRCULAR DEL VIDRIO	27
6.6	ECONOMÍA CIRCULAR DE LA INDUSTRIA DEL PAPEL.....	29
6.7	6.7 ECONOMÍA CIRCULAR DE LA MATERIA ORGÁNICA.....	30
6.8	ECONOMÍA CIRCULAR DE LAS LATAS DE ALUMINIO.....	34
7	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	35
8	ESTRATEGIAS PARA EL SISTEMA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	36
8.1	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS PARA EL SGSST.....	36
8.2	EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.	36
8.3	RIESGOS DE SEGURIDAD	37
8.4	RIESGOS DE HIGIENE.....	37
8.5	RIESGOS POR DEFICIENCIAS	37
8.6	EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA EL SGSST	39
8.7	REVISIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA EL SGSST	41
8.8	DETERMINACIÓN DE CONTROLES.....	41
9	ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN LA PLANTA DE SECADO.....	44
10	ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE LA ENERGÍA EN LA PLANTA DE SECADO .	47
11	ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE LA ILUMINACIÓN EN LA PLANTA DE SECADO	48
12	USO EFICIENTE DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA PLANTA DE SECADO	48
13	USO EFICIENTE DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA PLANTA DE SECADO	49
14	USO EFICIENTE DEL AGUA	50
15	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA LA PLANTA DE SECADO SOLAR.....	51



16	PROGRAMA PARA EL CUIDADO DEL AGUA EN LA PLANTA DE SECADO DURANTE SU OPERACIÓN.	54
17	PLAN DE MANEJO DEL AGUA RESIDUAL DE LA PLANTA DE SECADO	56
18	SEGURIDAD Y SALUD. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN AMBIENTAL DENTRO DEL ÁREA DE LA SECADORA SOLAR	58
19	CAMPAÑAS DE EDUCACIÓN PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.	60
19.1	PLÁTICAS INFORMATIVAS	60
20	PROCEDIMIENTOS PARA EL CORRECTO USO DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA PLANTA DE SECADO SOLAR	62
20.1	SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	62
20.2	CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS DESINFECTANTES.	63
20.3	SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA O DESINFECCIÓN	64
20.4	MEZCLAS PELIGROSAS DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA	64
21	GLOSARIO	66
22	BIBLIOGRÁFICAS	69

Agradecimientos.

Agradezco el apoyo en la elaboración de este trabajo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche a través del Proyecto PRONACE FOP04-2021-03-319524 “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales” y al CONAHCYT por la beca de estancia posdoctoral otorgada.

ENTREGABLE N0.6



**Cooperativa:
"Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros
operada con energía termosolar para su integración en
comunidades rurales"**

Borrador de artículo titulado "Implementación de una Planta de secado solar como alternativa sustentable para las comunidades pesqueras del Estado de Campeche".



Proyecto PRONACES: Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”. Numero CONAHCYT 319524.

Índice

Contenido

1	Resumen.....	2
2	INTRODUCCION.....	3
3	DESARROLLO SOSTENIBLE.....	4
4	COMUNIDADES PESQUERAS EN LA COSTA DE CAMPECHE	5
5	PLANTA DE SECADO SOLAR	6
6.	CONCLUSIONES	9
7.	AGRADECIMIENTOS.....	9
8.	REFERENCIAS.....	10

1 Resumen

La zona costera desempeña importantes servicios ambientales y es fuente de alimentos, productos naturales y actividades turísticas como medios de vida para la población que la habita. La pesca artesanal es una de las actividades económicas que predomina en la zona costera del Estado de Campeche, México. Actualmente estas comunidades pesqueras enfrentan el deterioro de su economía, debido a la sobreexplotación de especies de alta demanda comercial y la contaminación marina, por lo que el incremento del volumen de capturas no se considera como una alternativa que favorezca el desarrollo económico de las comunidades y las buenas prácticas pesqueras. En este trabajo se plantea como alternativa sostenible la implementación de una planta de secado solar comunitaria para los productos de la pesquería artesanal. Esta alternativa coadyuva a alcanzar las metas de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas. La ejecución y puesta en marcha de la planta requiere del trabajo conjunto de la población, las autoridades locales y las instituciones académicas generadoras de nuevo conocimiento, para que se traduzca en bienestar social y contribuya a la reducción de la desigualdad en las comunidades pesqueras marginadas del Estado de Campeche.

Palabras clave: secado solar; comunidades pesqueras; Campeche.

2 INTRODUCCION

En zonas costeras del mundo se concentra más del 50% de la población humana y representan un 20% de la superficie del planeta, abastecen el 90% de las capturas mundiales y son el hábitad del 80% de las 13,200 especies de peces marinos conocidas lo que resalta la importancia social y económica de esta zona [1]. Los ecosistemas costeros como manglares, arrecifes y pastos marinos proporcionan significativos servicios ambientales. Una zona costera sostenible, además de servicios ambientales, aporta alimentos, productos naturales y medios de vida a través del turismo entre otros. La pesca representa una de las principales fuentes de proteínas para la alimentación de más de tres mil millones de personas en el mundo [1]. El aumento sostenido del consumo de productos pesqueros de alto valor comercial ha generado un incremento de los precios y al mismo tiempo ha incentivado la sobreexplotación de estos recursos. Por otro lado, aún persiste el problema de un alto porcentaje de volumen de captura que no se aprovecha, lo que se traduce en pérdida económica para el pescador y también genera un problema de contaminación biológica.

El pescado posee un contenido de agua del 80% [2], por lo que, sin refrigeración, se descompone rápidamente por la acción bacteriana en presencia del agua. Existen distintos procesos tradicionales de conservación del pescado, como el salado, ahumado y secado, que alargan el tiempo de vida de anaquel, sin alterar sustancialmente sus características alimenticias.

Actualmente, el secado solar es una alternativa sustentable, que contribuye a la reducción de la huella ambiental, frente al alto consumo de energía de los deshidratadores de alimentos que utilizan combustibles fósiles. El uso de tecnologías que hacen más eficiente el aprovechamiento de la energía solar, como los colectores solares y los paneles fotovoltaicos, facilitan la eliminación del contenido de agua del pescado en menor tiempo, sin modificar sus nutrientes, textura, sabor y su color [3].

La pesca artesanal comercial y de autoconsumo es la base de la economía local de comunidades de pescadores del estado de Campeche, que se caracteriza por utilizar instrumentos de pesca con poco desarrollo tecnológico. Estas comunidades resienten directamente el impacto del cambio climático, la contaminación continental y marina y la sobreexplotación de los recursos pesqueros. En este contexto, se requiere plantear

opciones productivas sostenibles, que inciden positivamente en el nivel de vida de la población. Una de ellas es la incorporación de valor agregado a la pesquería de estas comunidades, mediante la preservación y aprovechamiento de especies de peces pequeños, algunos empleados sólo como carnadas; los productos de capturas no deseados por su bajo valor comercial, debido a su tamaño o algún tipo de deterioro. También se incluyen las partes que se desechan y que representan más del 50% del peso del pescado, (cabeza, huesos, escamas, pieles y vísceras) [1]. La inadecuada disposición de estos desechos puede dar lugar a contaminación biológica tanto, del suelo como del mar, a malos olores y a la reproducción de vectores portadores de enfermedades infecciosas. El objetivo del presente trabajo fue divulgar la implementación de una planta comunitaria de secado solar, como alternativa de empleo y de ingresos económicos para los pescadores y su familia. Esta propuesta se sustenta en la utilización de fuentes de energía solar para la obtención de productos y subproductos del secado de pescado y sus partes no aprovechadas.

3 DESARROLLO SOSTENIBLE

El concepto de Desarrollo Sostenible se utilizó por primera vez en el informe de Brundtland en el año de 1987[4]. Este informe asevera que la humanidad debe utilizar los recursos naturales hoy pensando en las generaciones futuras. Busca frenar el deterioro del medio ambiente, el frenar el agotamiento de los recursos naturales y a la contaminación ambiental, para que las generaciones venideras puedan gozar de sus beneficios. El Desarrollo Sostenible propone tres bases fundamentales; lo económico, lo social y lo ambiental. El 25 de septiembre de 2015, La Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que consiste en un plan de acción a favor de las personas, el planeta y del bien común para fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Esta agenda incluye un conjunto de 17 objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en el cercano 2030 [5].

4 COMUNIDADES PESQUERAS EN LA COSTA DE CAMPECHE

En las comunidades pesqueras de la costa mexicana predomina la pesquería convencional [3]. Más del 90 % de las embarcaciones pesqueras son catalogadas como flota pequeña [6]. El estado de Campeche es uno de los diez estados con que más aporta a la producción pesquera nacional, se localizan en la zona occidental de la península de Yucatán, cuenta con un litoral de 523 km [7]. Del porcentaje total de personas ocupadas en el estado Campeche, el 20.5 % se encuentra en el sector primario y de este, el 71.1 % pertenece a la actividad agrícola; el 20.5 % a la actividad pecuaria y solo el 8.4 % a la pesca. Las principales especies de su pesquería son el jurel, pulpo, jaiba y camarón siete barbas [8]. Las comunidades pesqueras de Campeche son diversas y se diferencian por la variedad de los instrumentos de pesca que utilizan, por el tipo de embarcaciones, las especies de interés y la diversidad de características geográficas, ambientales y socioeconómicas de cada región. Chan-González et al. [3], identificaron ocho comunidades pesqueras que denominaron sistemas socio-ecológicos: Isla Arena, Lerma, Seybaplaya, Champotón, Sabancuy, Isla Aguada, Carmen y Atasta. En la última década, la sobreexplotación del pulpo maya, caracoles, huachinango, pargo, lisa y mero ha afectado los ingresos de los pescadores. Debido a la sobreexplotación de especies de alta demanda comercial, el incremento de las capturas no se considera como una vía que favorezca el desarrollo económico y social de las comunidades pesqueras.

5 PLANTA DE SECADO SOLAR

El prototipo de la planta de secado solar tipo invernadero fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la UACAM y consta de los siguientes componentes: Cámara de secado tipo invernadero, un campo de colectores solares aire de MS 1.75 HVA AIRE de la empresa MODULO SOLAR conectados en paralelo y en superficie inclinada, un tanque de almacenamiento térmico y un sistema auxiliar basado en energía fotovoltaica y banco de baterías para la operación sin conexión a la red eléctrica del inyector de aire.

El diseño y la implementación de la planta de secado solar tiene como eje rector el concepto de desarrollo sostenible y los 17 objetivos del desarrollo sostenible de la agenda 2030 [4]. Hace compatible las actividades humanas y la preservación de la biodiversidad de los ecosistemas. Procura evitar el agotamiento de los recursos no renovables y la generación de residuos y emisiones contaminantes. Cuida el mantenimiento del tejido social, mediante la construcción de una conciencia colectiva, donde la gente se preocupe por la educación, la salud, la paz y la tranquilidad de la comunidad actual y venidera. Una de las metas de la planta de secado solar es generar riqueza económica a nivel local, que influya regional y globalmente, sin detrimento de los recursos naturales y su conservación. La Figura 1 muestra los tres cimientos del desarrollo sustentable de la planta de secado: sociedad, economía y cuidado al medio ambiente.



Figura 1. Componentes de sustentabilidad de la planta de secado

La Tabla 1 resume las aportaciones de la planta comunitaria de secado solar para alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Tabla 1. Objetivos del Desarrollo sostenible y la planta de secado solar. Adaptado de [4].

Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)	Aportaciones de la planta de secado solar para alcanzar los ODS
Abatir la pobreza	Ofrece una opción (oportunidad económica) de ingresos para mujeres, adultos mayores y personas con capacidades diferentes
Eliminar el hambre	Incide en la transformación de los sistemas alimentarios, al promover el cuidado y la preservación de alimentos que se descomponen rápidamente
Garantizar una vida saludable y promover el bienestar	Busca convertir en materia prima las partes del pescado que no se aprovechan, contaminan y pueden afectar la salud de la población
Lograr la igualdad entre todos y cada uno de los seres humanos	Promueve la no discriminación a través de la participación de hombres y mujeres en los trabajos de la planta de secado, sin distinción de género, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor
Garantizar la disponibilidad de agua, su saneamiento y gestión sostenible para todas las personas y en todos los rincones del planeta.	Promueve el cuidado del agua: utiliza un sistema de captación de agua de lluvia y reutiliza el agua del proceso en riego de árboles frutales
Garantizar el acceso a energía moderna, sostenible, asequible y segura.	Promueve el uso de energía solar (renovable, limpia, gratuita y amigable con ambiente)

<p>Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.</p>	<p>Es una fuente de trabajo digno, seguro y sin riesgos para la comunidad pesquera desempleada o no. Promueve la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación</p>
<p>Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.</p>	<p>Incide en la reducción de las emisiones de carbono, la eficiencia energética y la adición de valor agregado a los productos básicos</p>
<p>Reducir la desigualdad.</p>	<p>Promueve la inclusión social, la igualdad de ingresos y oportunidades entre hombres, mujeres, adultos mayores y personas con capacidades diferentes a través de una fuente de empleo</p>
<p>Lograr ciudades más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.</p>	<p>Promueve la protección y salvaguarda del patrimonio cultural y natural de la comunidad pesquera, a través del uso de energía renovables que mitigan el cambio climático por el uso de combustibles fósiles</p>
<p>Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.</p>	<p>Tiene como meta hacer más con menos, reducir el desperdicio de alimentos a través del secado solar del pescado, promueve la producción de alimentos sanos</p>
<p>Adoptar e implementar acciones urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.</p>	<p>Coadyuva en la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) al no utilizar combustibles fósiles.</p>
<p>Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos,</p>	<p>Promueve el uso de buenas prácticas pesqueras y previene busca abatir la contaminación y a la acidificación de los océanos que deterioran las aguas costeras</p>

los mares y los recursos marinos.	
--------------------------------------	--

Son trece los objetivos de desarrollo sostenible que atiende de forma directa la implementación de la planta de secado comunitaria, sin embargo los cuatro restantes: educación inclusiva; la gestión sosteniblemente de los bosques; la promoción de sociedades justas y la revitalización de la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, se ven atendidos de forma indirecta como efecto del trabajo global armónico de la planta de secado solar.

6. CONCLUSIONES

La implementación de una planta de secado solar en las comunidades pesqueras de Campeche es una opción sostenible que requiere del trabajo conjunto de la población, las autoridades locales y el acompañamiento de las instituciones académicas que desarrollan estas tecnologías, para que la suma de esfuerzos se traduzca en bienestar social y la reducción de la desigualdad en las comunidades pesqueras marginadas.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo en la elaboración de este trabajo a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche a través del Proyecto PRONACE FOP04-2021-03-319524 “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales” y al CONAHCYT por la beca de estancia posdoctoral otorgada.

8. REFERENCIAS

- [1] FAO. 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO [En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.4060/cc0461es>.
- [2] D. Dilip, and P. B. Pathare “Study the Drying Kinetics of Open Sun Drying of Fish.” Journal of Food Engineering 78 (4), 2007. 1315–19. [En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.044>.
- [3] J. de J. Chan- González, M. Castillo-Téllez, B. Castillo-Téllez, G. A Mejía-Pérez,, C. J. Vega-Gómez, “Improvements and Evaluation on Bitter Orange Leaves (Citrus Aurantium L.)” Sustainability. 2021. [En línea]. Disponible en <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13169393>.
- [4] La Agenda para el Desarrollo Sostenible. ONU. [Consulta 20-09-2023]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>.
- [5] ONU. Asamblea General de las Naciones Unidas, “Desarrollo sostenible” (2015) (Consulta octubre, 2023), [En línea]. Disponible en <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). [Consulta 24-09-2023]. www.inegi.org.mx/inegi/acercade.html
- [7] M. Botello- Ruvalcaba, R. Villaseñor-Talavera, S. Mezo- Villalobos, “Ordenamiento pesquero ribereño marino: Informe de ejecución 2010, Ciudad de México” Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (eds.) (2010).
- [8] A. Peña-Puch, J. C. Pérez-Jiménez, A. Munguía-Gil, A. Espinoza-Tenorio, “Sistemas socio-ecológicos como unidad de manejo: el caso de las pesquerías de Campeche, México”. Economía, sociedad y territorio, 21(65), 113-145. 06 de mayo de 2021[En línea]. Disponible en <https://doi.org/10.22136/est20211601>

ENTREGABLE N0.7



FORMATO IAV EPM 2024:

INFORME DE AVANCE PARA LA CONTINUIDAD DE LA
ESTABIA POSDOCTORAL.



Proyecto PRONACES: Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”. Numero CONAHCYT 319524.

Formato IAV-EPM_2024 Informe de Avance para Continuidad

Fecha de elaboración 5 de agosto de 2024
DÍA / MES / AÑO

1.- Tipo de beca	Inicial X _____ Continuidad _____	2.- Vigencia de la beca actual	01/SEP/2023 al 31/AGO/2025
3.- Periodo que se reporta	01/SEP/2023 al 31/JUL/2024		
4.- Convocatoria en la que participó y bajo la cual se le asignó la beca vigente: <u>2023(1)</u>	5.- Modalidad: <u>INCIDENCIA</u>		
6.- Porcentaje de avance con respecto al proyecto de la beca que está por concluir: 50%			
7.- Nombre y número del CVU del becario: Alfonso Lorenzo Flores , Número de CVU: 418930			
8.- Institución receptora: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE			
9.- Indique Título del Proyecto de investigación: "Gestión integral de los residuos de una planta de secado termo solar de productos marítimos, implementada en comunidades marginadas de pescadores de Campeche y sus implicaciones en la calidad de vida digna y productiva de la población."			
10.- Indicar: a) La Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento dentro de la Institución Receptora (solo de aplicación para la Modalidad Académica), o b) El Proyecto ProNacEs o el Proyecto de Ciencia de Frontera al que se encuentra relacionado dentro de la Institución Receptora (solo de aplicación para la Modalidad de Incidencia): Proyecto PRONACES "Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales"; número CONAHCYT 319524.			
11.- Cronograma de las actividades generales desarrolladas <small>(Detallar de las actividades descritas en el proyecto propuesto, solo las que hayan concluido y que correspondan UNICAMENTE al periodo ejercido de la beca (11 meses). En el caso de haber iniciado alguna actividad y no se hubiera concluido, deberá indicar "en proceso" en el espacio de fecha de término)</small>			
Actividad	Fecha de inicio	Fecha de término	Meta, producto, así como el impacto en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (M1) o al ProNacEs, Ciencia de Frontera (M2) al que se encuentra relacionado
Investigación documental de la problemática ambiental de las comunidades incluidas en el proyecto.	01/sep/2023	31/oct/2023	Meta: Documento escrito de Estado del arte de la problemática ambiental que prevalece en las comunidades pesqueras incluidas en el proyecto, titulado "Problemática ambiental que prevalece en las comunidades pesqueras de Lerma, Seybaplaya, Punta Xen y Sabancuy del estado de Campeche, México".

			<p>El impacto positivo de este trabajo consistió en la información que aportó de la situación actual que enfrentan las comunidades pesqueras de Campeche, en particular las que se incluyen en el proyecto. Actualmente, estas comunidades enfrentan múltiples retos, que limitan su desarrollo socioeconómico, en particular la contaminación global y local, que ha exacerbado los efectos negativos del cambio climático, reduciendo la disponibilidad de recursos. Por otro lado, persiste entre los pescadores una forma de organización inconsistente en los objetivos y esfuerzos gremiales, que no ha sido capaz de impulsar su desarrollo. Debido a una ineficaz gestión de la pesca y malas prácticas pesqueras, la recuperación de las poblaciones de las especies de mayor valor comercial es lenta y ha mermado la productividad de las pesquerías, por lo que es de vital importancia la construcción de una cultura ambiental en las comunidades para suprimir los hábitos irresponsables de consumo y promover la participación social en la protección de los recursos naturales, bajo los principios de la sustentabilidad, en beneficio de los pescadores y sus familias. Es en este escenario que la Planta de secado solar comunitaria ofrece</p>
<p>Diagnóstico de la problemática ambiental y las consecuencias en la salud pública en las comunidades pesqueras de Campeche, por la generación y presencia de residuos sólidos.</p>	01/nov/2023	31/dic/2023	<p>Meta, documento escrito del Informe del estado del arte que prevalece en las comunidades, titulado: "Diagnóstico de la problemática ambiental y sus consecuencias en la salud pública en la comunidad pesquera de Lerma, Campeche, por la generación y presencia de residuos sólidos."</p> <p>El impacto positivo de este trabajo consistió en la información que generó sobre las enfermedades por la contaminación del aire, las enfermedades generadas por la contaminación del agua; las enfermedades por el manejo inadecuado de los residuos orgánicos, las enfermedades generadas por la proliferación de fauna doméstica y las enfermedades derivadas de ambiente laboral. Cabe resaltar los efectos del calentamiento global y el cambio climático que han potencializado enfermedades en la población social y económicamente marginada.</p> <p>Conocer el vínculo entre la contaminación ambiental y las enfermedades permite plantear acciones que atiendan las causas y mitigar el riesgo de la salud de los pescadores y su familia.</p>
<p>Caracterización de residuos sólidos existentes en las comunidades</p>	01/ene/2024	29/feb/2024	<p>Meta, Informe de la caracterización de residuos en la comunidad de Lerma, con el documento titulado "Caracterización de residuos sólidos existentes en la comunidad de Lerma y la implementación de metodologías de manejo y disposición de residuos sólidos."</p> <p>El impacto positivo de este trabajo consistió en la aplicación del conocimiento y información que generó sobre la gestión ambiental y la caracterización de los residuos como un primer paso en el manejo de los residuos, acorde con las</p>



			necesidades de la población, para reducir sus impactos en el ambiente y lograr un uso racional y sostenible de los recursos naturales.
Campañas de sensibilización y capacitación sobre las alternativas de manejo de residuos sólidos a la población de las comunidades	01/mar/2024	30/jun/2024	<p>Meta, Carpeta de experiencias comunitarias con el documento titulado "Campañas de sensibilización y capacitación sobre las alternativas de manejo de residuos sólidos y de pescado a la población de las comunidades pesqueras de Campeche."</p> <p>El impacto positivo de este trabajo consistió en la socialización del conocimiento sobre la importancia del cuidado del ambiente y sus recursos. La sensibilización ambiental fomenta el desarrollo y contribuye a la concientización de la gestión para el aprovechamiento eficiente de los residuos para un ambiente saludable. A través de la divulgación por distintos medios se forman y fomentan valores de respeto y cuidado del entorno ambiental, permite la comprensión del funcionamiento y la complejidad entre el manejo de residuos y los ecosistemas.</p> <p>Las pláticas y talleres de valores promueven las actitudes y competencias para una opinión social informada, que participe en la prevención y gestión integral de los residuos en beneficio de la población de las comunidades pesqueras. El acceso a los servicios médicos y a la medicina preventiva en particular es un derecho humano insoslayable y el proyecto de la planta de secado solar comunitaria tiene como meta coadyuvar en el cuidado de la salud de la población de las comunidades pesqueras.</p>
Actividades de difusión y socialización del conocimiento, sobre las bondades del secado solar y el aprovechamiento de los residuos de pescado	01/sep/2023	30/jul/2024	<p>Un componente fundamental de la actividad científica es la divulgación del conocimiento y es a través de encuentros con la comunidad científica, en congresos o participando en seminarios, que difundimos y compartimos información y experiencias de nuestro quehacer en beneficio de la sociedad.</p> <p>El impacto positivo de este trabajo consistió en la difusión de la importancia del cuidado del medio ambiente mediante el uso de energías limpias como la energía solar. A través de la participación de congresos y seminarios se logró difundir entre estudiantes, profesionistas y la población en general el trabajo que desarrollamos en el proyecto de la planta de secado solar comunitaria. La gente fue receptiva y mostró mucho interés por esta tecnología que favorece el cuidado del ambiente y sus recursos. El trabajo de difusión y socialización del conocimiento en escuelas de distintos niveles favorece la formación integral de los estudiantes y fomenta los valores de respeto y cuidado del ambiente y sus recursos</p>
Implementación de metodologías de manejo y disposición de residuos sólidos a través de herramientas de acción	01/abr/2024	30/jun/2024	Meta: Presentación de avance del "Documento Rector del Sistema integrado de gestión ambiental para una planta comunitaria de secado solar. El documento presenta un avance del 55% y se concluirá al 100% en el segundo año





participativa y talleres de socialización			del posdoctorado, de acuerdo a lo programado. Por su importancia, es el documento que ha requerido del esfuerzo conjunto de los colaboradores del proyecto.
Redacción de artículo de investigación	01/jul/2024	31/jul/2024	Meta: Elaboración y presentación del borrador de un artículo de investigación. Esta actividad tiene un impacto positivo en la socialización y difusión del nuevo conocimiento, tarea fundamental en los proyectos de investigación. A través de este trabajo se busca socializar las ventajas sociales, económica y ambientales de la implementación de una planta de secado solar en las comunidades pesqueras de Campeche, ya que representa una opción sostenible, que no contamina, que brinda una opción de trabajo digno, incluyente y bien remunerado. El desarrollo e implementación de estas tecnologías y la suma de esfuerzos se traducen en bienestar social y la reducción de la desigualdad en las comunidades pesqueras marginadas.
Redacción de informe de medio trayecto.	01/jul/2024	5/ago/2024	Meta: Entrega en tiempo y forma del Informe de medio trayecto. Esta actividad tiene un impacto positivo en el cumplimiento de los objetivos del proyecto ProNacEs. Contiene las evidencias del trabajo realizado.



Alfonso Lorenzo Flores

Nombre y firma del becario

Declaro bajo protesta de decir verdad que la información y documentación proporcionada es verídica, por lo que, en caso de existir falsedad en ella, tengo pleno conocimiento que se aplicarán las sanciones administrativas y penas establecidas en los ordenamientos respectivos



Dra. Margarita Castillo Téllez

Responsable Técnica del proyecto 319524 Profesora-Investigadora Titular, SNI Nivel I
Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Campeche

Nombre, cargo y firma del **Asesor del Proyecto**

Declaro bajo protesta de decir verdad que la información y documentación proporcionada es verídica, por lo que, en caso de existir falsedad en ella, tengo pleno conocimiento que se aplicarán las sanciones administrativas y penas establecidas en los ordenamientos respectivos

NOTA: Para garantizar el correcto llenado del formulario y la aceptación del mismo durante el proceso de envío de la solicitud de renovación de la beca para una Estancia Posdoctoral, se sugiere leer detenidamente la [Guía de llenado del formato que se indica Formato IAV-EPM 2024](#)

C.c.p. C.P. José Luis Zetina Chable, Administrador de la Facultad de IngenieríaMCT/*mct

