

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA PROTECCIÓN DE LA PLAYA EN SÁNCHEZ MAGALLANES, TABASCO, MÉXICO

CONSTRUCTION PROCEDURE FOR BEACH PROTECTION IN SÁNCHEZ MAGALLANES, TABASCO, MEXICO

Ramírez Cuevas José Miguel¹, Zúñiga Malpica David¹, Moreno Carpintero Enrique de Jesús²,
Román Díaz Verónica³, Ramírez Cuevas Jesús Alberto⁴

<https://doi.org/10.61117/ipsuimte.v8i2.395>

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zacatepec, jose.rc@zacatepec.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0006-7894-6527>.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zacatepec, david.zm@zacatepec.tecnm.mx, <https://orcid.org/0009-0004-8578-0129>.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zacatepec, enrique.mc@zacatepec.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-5472-1503>.

⁴Dirección General de Educación Tecnológica Industrial/CBTis No. 136, veronica.roman.cb136@dgeti.sems.gob.mx, <https://orcid.org/0009-0009-3721-3038>.

⁴Centro de Actualización al Magisterio, jesusr.c@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-9246-1966>.

Resumen – Al ser las actividades de pesca en México, una de las actividades económicas de las poblaciones que habitan en las zonas costeras, además de ser fuente de abastecimiento de alimentación proveniente del mar; así como generación de empleos en ciertas épocas del año debido al turismo; siendo esta última una principal actividad, es necesario tomar en consideración la problemática que presenta la localidad de Sánchez Magallanes, Tabasco; donde el mar ha sobrepasado la línea de playa, ocasionando pérdida de terrenos en la playa, y con ello destrucción de zonas anteriormente habitadas. Dando como objetivo, el mejorar este entorno de vida y propiciar mayor seguridad a los habitantes de esta comunidad. Por lo que encierra la necesidad de construir alguna obra civil que tenga las cualidades para mejorar lo anterior. Por lo que fue conveniente realizar una obra de una construcción de una protección playera para evitar la erosión de la playa, lo que había generado pérdidas económicas y del mismo terreno. Esta protección está hecha a base de tela geotextil.

Palabras Clave: erosión, geotubo, protección playera, tela geotextil.

Abstract -- As fishing activities in Mexico are amongst the economical activities of the population living in the coastal areas, in addition to being a source of food supply from the sea; as well as a job creation source at certain times of the year due to tourism; being that latter a major activity, it is imperative to take into account the problems that the town of Sánchez Magallanes, Tabasco deal with; where the sea has exceeded the beach line, causing loss of beach land and thus the obliteration of previously inhabited areas. To improve this living environment and promote greater security for the inhabitants of this community. Therefore, it is necessary to set up some civil works that have the qualities to meet the goal. Therefore, it is advisable to carry out construction works tubes based

on geotextil clothe for beach protection to avoid erosion that has caused economical and ground losses. This protection is made from geotextile fabric.

Key words – erosion, geotube, beach protection, geotextil clothe.

INTRODUCCIÓN

Nunca como ahora, la humanidad había enfrentado aspectos de supervivencia con tal nivel de incertidumbre. Estamos aprendiendo que el planeta y sus sistemas vitales tienen límites y que trascendiendo éstos no hay vuelta atrás. El clima se ha afectado de tal forma que está cambiando y con ello también lo hace la faz de la Tierra. Los ecosistemas y la vida misma son moduladas por una serie de elementos tales como la lluvia y la temperatura que al alterar sus patrones normales, modifican su expresión en cada región del planeta [1]. Una de las zonas con mayor vulnerabilidad frente a un clima cambiante y sus efectos es la zona costera, ya que se ha tenido un aumento en la frecuencia y la intensidad en que se han presentado las tormentas y fenómenos naturales asociados, el implacable avance de la erosión resulta en la pérdida de terrenos frente al mar, así como de infraestructura [1]. Esto trae consecuencias importantes en cuanto al aumento en las zonas de inundación debido al incremento del nivel medio del mar, poblaciones desplazadas, pérdida de líneas vitales de comunicación como calles, carreteras, viviendas, tendido eléctrico y líneas telefónicas, etc. [1].

La protección costera y/o playera es una actividad humana que surgió desde que el hombre adquirió, por medio de herramientas y obras simples, la capacidad de proteger el espacio que lo circunda para su propio beneficio. En su afán de establecerse en la costa en sitios convenientes por su clima y por la disponibilidad de insumos necesarios para su supervivencia y bienestar. Sin

embargo, también sufrían el embate de la naturaleza, por lo que el hombre se vio en la necesidad de construir obras o adecuar el entorno para protegerse [2].

Hoy en día, con asentamientos costeros múltiples y numerosos y dado el dinamismo y vulnerabilidad del equilibrio de las costas, las cuales están en permanente cambio en escalas de tiempo con variaciones de horas a años o más dependiendo del tipo de costa y de las fuerzas desestabilizadoras e inductoras del cambio, la protección costera es un aspecto común de la vida cotidiana en las comunidades costeras [2], [3].

Por lo anterior, en todo el mundo, las poblaciones costeras enfrentan problemas difíciles del control de la erosión de la línea de costa. Esto, debido a los altos costos de la tierra en la zona costera, así como la erosión producida por el oleaje debido a ciclones y/o tormentas, lo que pueden ser vistas como un problema importante en el intento de reducir la erosión como medidas de defensa costera. Debido a esto, el presente trabajo, pretende dar a conocer el procedimiento constructivo de una obra de protección costera para la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco; donde la erosión costera ha dejado construcciones (viviendas, escuelas, restaurantes, palapas de uso turístico, calles, etc.) destruidas por el oleaje y aumento del nivel del mar, lo que también ha provocado que la misma playa se vaya perdiendo por el aumento del nivel del mar. Dicha protección costera es a base de tela geotextil, que funciona como una barrera para evitar la erosión y al mismo tiempo permitir que las partículas suspendidas en el mar pudieran retenerse sobre la misma, evitando así la pérdida del material de la playa. Cabe señalar que cercana a esta comunidad no se cuenta con bancos de piedra que pudieran ser utilizados en la obra, por lo que la tela geotextil es una solución a este problema tan severo en dicha comunidad. Por lo que en este trabajo se mencionará la realización de esta obra de construcción para minimizar el oleaje, la pérdida de material de playa y las pérdidas de infraestructura en la comunidad.

DESARROLLO

Obras de protección costera más comunes.

Para la protección costera, existen obras para reducir la pérdida del material de la playa. Sin embargo, la decisión tiene mucho que ver con los costos para que se lleve a cabo dicha obra de protección, entre los que pueden destacar, los materiales cercanos al lugar, el análisis de oleaje, mareas, corrientes, vientos y sedimentación; así como la magnitud del proyecto considerado (materiales, mano de obra, personal, etc.)

Sobre lo anterior, y dentro de la ingeniería portuaria y costera, una definición muy usada acerca de las obras de protección, puede ser la siguiente: estructuras destinadas a proteger alguna zona específica de la costa contra la

acción destructiva de los diferentes fenómenos oceanográficos, principalmente el oleaje [4], [5].

Las obras de protección costera se pueden clasificar de acuerdo a la función que desempeñan. Dentro de las obras para evitar la erosión o reducción de la playa podemos mencionar las siguientes:

- Espigones
- Escolleras
- Rompeolas paralelos a la playa

Los espigones son estructuras que se construyen generalmente en forma perpendicular a la línea de costa con el fin de evitar la erosión ocasionada por el transporte litoral, o para la protección de una zona destinada a un puerto que solo necesite protección en un punto por encontrarse en una zona de semi-resguardo natural. [6], [7].



Figura 1. Espigones de Algarve, Portugal (Portugal Travel Guide, 2013) [8].

Las escolleras por su parte, son estructuras construidas y diseñadas sobre la costa, para encausar o mantener en contacto algún cuerpo de agua (río, laguna o estuario) con el mar, y controlar el transporte litoral (azolve), así como también la protección del oleaje. [5], [9].



Figura 2. Ejemplo de escolleras del puerto de Coatzacoalcas, Veracruz. (Ramírez, 2009).

Los rompeolas paralelos a la costa, son estructuras construidas con la finalidad de ganar terrenos al mar y evitar su pérdida; se construyen de manera paralela a la

línea de playa, tal y como se muestra en la siguiente figura. [6], [9].



Figura 3. Ejemplo de un rompeolas paralelo a la costa, (Desonie, 2025) [10].

Problemática en la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco.

La problemática que se presenta en esta zona, es el perder terrenos de la playa, debido a las condiciones oceanográficas, siendo la reducción del área de la misma; así como, la pérdida de infraestructura cercana a la misma, tal y como se aprecia en la figura 4.



Figura 4. Imagen donde se aprecian los daños ocasionados por el oleaje en territorio de la playa; mismo que ha dañado la infraestructura restaurantera, viviendas, comercios, palapas y calles en la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco.

Fuente. imagen del autor.

Lo anterior, origina múltiples reuniones de la comunidad y municipio (figura 5). Mismas que prosiguieron con las solicitudes y gestiones correspondientes y necesarias para el apoyo de las autoridades para realizar alguna obra que evitara continuar con este problema tan grave, y que en gran medida ha ocasionado el temor e incertidumbre de la población.



Figura 5. Figura donde se observa una de las reuniones con las autoridades del municipio y la comunidad para dar el inicio de la construcción de la obra.

Fuente. imagen del autor.

Consideraciones para la protección playera.

Dentro de las consideraciones para la construcción de la protección playera, cabe señalar que el material más utilizado es la roca. Por ejemplo, en las figuras 1, 2, y 3, se puede apreciar que para estas construcciones que funcionalmente sirven de protección portuaria y costera, el principal material es esta. Sin embargo, en los estados de Tabasco y Campeche, es difícil encontrar bancos de piedra cercanos a la costa; por lo que el uso de este material encarece la situación económica de la obra. Por esto, es necesario buscar alternativas en cuanto a materiales que propicien el buen funcionamiento y el adecuado ahorro económico; así como su correcto proceso constructivo.

Por lo que, proteger de la erosión las costas es una tarea que muy pocos materiales logran, a menudo se utiliza roca y en otros casos se llega a emplear concreto para crear barreras que controlen la fuerza de la naturaleza, desafortunadamente en la mayoría de los casos nada de esto es lo más óptimo [11]. La solución con geotubos, o también conocidos como tubos de tela geotextil, es una solución económica y de fácil ejecución en comparación a las soluciones tradicionales. Este material, después de haber realizado los estudios pertinentes, no provoca erosión, al contrario, puede fomentar el crecimiento de la playa, además de disipar la fuerza del oleaje ya que el Geotextil con el que se fabrica es permeable al agua, de esta manera absorbe y disipa la fuerza de la ola. [11]

Para esta protección playera, y al no contar con material de roca, se tomó la alternativa y decisión de utilizar tubos a base de tela geotextil como elementos de protección.

Estos tubos están fabricados de material geotextil y serán rellenos con material de arena, propio de la playa (zona); siendo una alternativa más económica, al igual que proporcionará seguridad en la protección para la playa.

Es conveniente mencionar que algunos beneficios en la experiencia de trabajar con este tipo de material se encuentran las siguientes: [12].

Confinamiento y filtración: Se rellenan tomando directamente agua y arena del fondo del mar; el agua se filtra y la arena queda confinada o encapsulada en grandes cantidades

Fácil instalación: Puede instalarse fácilmente sobre o bajo la superficie del agua, incluso en condiciones climáticas adversas

Reducción de costos: Sustituyen roca o agregados pétreos más caros no disponibles en sitio, y que requieren transportarse con costosos acarrees adicionales.

Estabilidad y resistencia: Resistencia ante la corriente y el oleaje por su alto peso y gran estabilidad estructural.

Flexibles y versátiles: Diseñados de acuerdo con las necesidades de cada proyecto, son una solución flexible por sus dimensiones y la variedad de geosintéticos disponibles para su fabricación

Estos elementos prefabricados, con geotextiles especiales, listos para ser utilizados en la construcción de estructuras hidráulicas y marítimas, se determinan a partir de los requerimientos del proyecto y su llenado se realiza mediante el acoplamiento directo de un sistema de bombeo hidráulico de arena [13].

Para Aquantica, 2021, se tienen las siguientes ventajas y propiedades [13]:

- Mínimo impacto en el medio ambiente.
- Alternativa de bajo costo respecto a métodos de construcción tradicionales.
- Gran Resistencia. Fabricados a partir de geotextiles tejidos especiales de alta resistencia.
- Fácil de instalar sobre o bajo la superficie del agua incluso en condiciones adversas.
- Previenen la migración de los sedimentos y rellenos contenidos.
- Excelente capacidad de filtración y estabilización del suelo.
- Genera un beneficio al utilizar material del sitio o de dragado, en el caso de aplicaciones costeras.
- Resistencia ante el ataque de marejadas por su alto peso y gran estabilidad estructural.
- Flexibles en sus dimensiones de fabricación, diseño de proyectos a la medida [13].

Construcción de la protección costera.

Para la consideración de los trabajos de “Construcción de la protección playera en Sánchez Magallanes, Tabasco”, primeramente, se realizó el levantamiento topográfico, como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Figura donde se aprecia el inicio de las actividades de la obra con el levantamiento topográfico del lugar donde se realizará la obra en la comunidad de Sánchez Magallanes.

Fuente. imagen del autor.

Posteriormente se prosiguió a la realización del levantamiento batimétrico (figura 7). Estos dos levantamientos, son indispensables para obtener las alturas, distancias, áreas, volúmenes, niveles de la obra, y especificar con detalle la longitud y el lugar donde se colocarán los tubos a base de tela geotextil.



Figura 7. Figura donde se observa la actividad del levantamiento batimétrico (medición de las profundidades marinas para determinar la topografía del fondo del mar) con el equipo adecuado y especializado.

Fuente. imagen del autor.

Una vez realizado los respectivos levantamientos, y contar con el material geotextil y tapete anti socavación para su posterior colocación, se prosigue a realizar la limpieza y nivelación del terreno; con apoyo de equipo de construcción como retroexcavadora. Posterior a esto, se realiza el trazado de la línea donde serán colocados los tubos (figura 8).



Figura 8. Figura donde se observa la limpieza del sitio de la protección playera, de igual manera el terreno nivelado y una persona colocando la línea de trazo donde será colocado el tapete anti socavación y el tubo geotextil.

Fuente. imagen del autor.

Una vez realizado lo anterior (limpieza, nivelado y trazado), se deberá realizar la colocación del tapete anti socavación, mismo que servirá para evitar la erosión de la playa en el área del tubo geotextil, que posteriormente será colocado, una vez que el tapete anti socavación este en el lugar instalado. (figura 9).



Figura 9. Colocado del tapete anti socavación en el área y longitud donde posteriormente se colocará el tubo geotextil.

Fuente. imagen del autor.

Posteriormente del colocado del tapete anti socavación, se prosigue a colocar los tubos a base de tela geotextil y rellenarlos con agua y arena del mar (figura 10).



Figura 10. Figura donde se aprecia ya colocado el tapete anti socavación y se inicia la colocación del tubo geotextil para ser llenado con agua y arena.

Fuente. imagen del autor.

La actividad anterior, se realiza mediante una bomba de 7.5 HP, que succiona el agua de mar y la arena en suspensión, permitiendo que la arena se quede dentro del tubo y el agua al ser líquida pueda salir del mismo (figura 11). Este proceso se realiza con cada uno de los tubos de tela geotextil, y se van uniendo entre ellos hasta irse formando la protección.



Figura 11. Se observa el tendido y colocación del tapete anti socavación y el llenado del tubo a base de tela geotextil encima del tapete. El relleno del material del tubo de tela geotextil se realiza con la bomba de 7.5 HP., y es a base de agua y arena. La arena se queda dentro del tubo, mientras que el agua sale del mismo.

Fuente. imagen del autor.

Realizado lo anterior dentro del procedimiento constructivo, se va avanzando y formando la protección playera. En la siguiente figura número 12, se puede apreciar la colocación de los tubos a base de tela geotextil encima del tapete anti socavación durante la longitud del proyecto considerado; así como el avance del mismo en la playa de la localidad de Sánchez Magallanes, Tabasco, México.



Figura 12. Tubos a base de tela geotextil encima del tapete anti socavación. Visualización del proyecto, avance y longitud de los mismos en la localidad de la obra.

Fuente. imagen del autor.

De igual manera, dentro del desarrollo de la construcción de la protección playera, se realizaron visitas de obra al lugar para verificar la correcta ejecución de la misma.



Figura 13. Reunión en el lugar de la obra, personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), contratista de construcción y supervisión en la verificación de los trabajos de la obra de construcción playera.

Fuente. imagen del autor.

Además de tener durante la ejecución de la obra reuniones de trabajo e inspecciones en la verificación de los trabajos y actividades de la obra, se tuvieron reuniones con autoridades del municipio y de la localidad, para comentar la situación actual, programada y los avances de la construcción (figura 14).



Figura 14. Reunión en el lugar de la obra con personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con autoridades de la localidad.

Fuente. imagen del autor.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las obras en la Ingeniería Civil son sumamente importantes, ayudan al mejoramiento de la infraestructura para poder vivir mejor y con mayor comodidad y seguridad, dando con esto una tranquilidad a los habitantes, y un mejoramiento funcional para sus actividades económicas y recreativas.

Por ejemplo, para López, 2023 [14], en el desarrollo Grand Velas Riviera Maya, se llevó a cabo un proyecto de recuperación y estabilización de playa en el año 2008. A pesar de que varios huracanes han golpeado la zona desde ese año a la actualidad, esta obra se ha mantenido funcionando adecuadamente, teniéndose el mismo procedimiento constructivo que el citado en este trabajo.

De misma forma, en Mayakoba (complejo turístico ubicado en la Riviera Maya, México), se generó un proyecto de recuperación y estabilización de playa en el año 2014 en conjunto con el Instituto de Ingeniería de la UNAM. El proyecto incluye la construcción de varios rompeolas, búsqueda de bancos de arena, extracción de arena de los bancos y relleno de la playa con la arena y una duna construida con tubos de tela geotextil con tapete antisocavación [14].

También en Kanai (Riviera Maya), se construyó un proyecto de recuperación y estabilización de playa en el año 2018, el cual incluye la construcción de rompeolas con tubos de tela geotextil, rellenos de arena, alrededor de una longitud de 1.8 km. Mismo caso en Playa Mujeres, México, se generó un proyecto de recuperación y estabilización de playa con 2 rompeolas y una duna construida con tubos de tela geotextil [14].

Para Peach, 2020, este tipo de proyectos contra la erosión de playas en otros puertos del Caribe mexicano, han mostrado excelentes resultados similares a los que se tienen en el puerto de Chicxulub, donde en corto tiempo se ganan grandes espacios en las playas de la costa por este tipo de sistema de geotubos (tubos de tela geotextil).

Menciona también, su primer proyecto aplicado de geotubos contra la erosión costera, misma que se se llevó a cabo, en el balneario Playa Bonita, Lerma, Campeche, México, con el proyecto de 200 metros lineales de rompeolas, cuya función primaria es la protección de balneario, y teniendo muy buenos resultados [15].

Citando lo anterior, cabe señalar que, la realización de la presente obra “Construcción de la protección playera, en Sánchez Magallanes, Tabasco”, se realizó en un periodo aproximado de 150 días (5 meses). Durante este periodo se tuvieron algunos imprevistos como el fuerte oleaje, marea y algunos días de lluvias, lo que en algunas ocasiones evito el avance programado en la realización de la obra. Sin embargo, se cumplieron los trabajos y actividades para este proyecto en el periodo establecido.

Como anteriormente se mencionó, no fue posible la utilización de la roca debido a las grandes distancias que presentaban los bancos de piedra, por lo que los tubos a base de tela geotextil fueron una alternativa muy importante para la realización de esta obra.

Cabe mencionar que también se llevó a cabo, un convenio al contrato debido a que la comunidad solicitó una ampliación a la longitud de la colocación de los tubos a base de tela geotextil, teniendo con esto alrededor de 3000 metros de longitud en la totalidad de la obra.

Como ejemplo de la conclusión de los trabajos, la figura 15 muestra la obra concluida, presentando la mejor alternativa a la problemática presentada en esta comunidad, además de mencionar que al final de los trabajos se concluyó con el relleno de arena detrás de los tubos a base de tela geotextil (recarga de material de playa).



Figura 15. Figura donde se aprecia la conclusión de los trabajos pertenecientes a la protección playera con tubos a base de tela geotextil; además del relleno de arena en la playa antes de los tubos de tela geotextil.

Fuente. imagen del autor.

CONCLUSIONES

Los trabajos, actividades y obras portuarias y costeras tienen un alto grado de complejidad por las variables oceanográficas que se presentan, entre estos se tienen las mareas, el oleaje, las corrientes y el viento.

Se ha citado anteriormente sobre algunas obras de esta índole. En estas, el procedimiento constructivo y la finalidad son similares, teniendo muy buenos resultados, y dando como prioridad la restauración de las playas ante los fenómenos oceanográficos que se presenten en la región o zona costera. Es evidente que es una alternativa y solución cuando no se tiene material de roca cercana al lugar de la obra.

Para esta obra en particular, se realizaron las actividades con estas variables oceanográficas, teniendo en todo momento el cuidado, habilidad y destreza para ser realizadas con mucho éxito.

Esta obra permite que la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco, tenga un mejoramiento y mejor calidad de vida respecto a su playa. No obstante mencionar que en ciertas partes del año su actividad pesquera y turística son de suma importancia, por ende, la relevancia de esta obra.

En la siguiente figura, se puede apreciar el estado en el que se encontraba la playa de la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco, México.



Figura 16. Estado inicial de la playa en el año 2009 con pérdida de playa en la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco, México.

Fuente. imagen extraída del software google earth, mayo 2022 [16].

De igual manera, como conclusión puede mencionarse que actualmente, la protección de la playa se mantiene en condiciones favorables a pesar de los eventos y fenómenos oceanográficos que se presentan en las costas como el oleaje, las corrientes, los vientos, mareas y el temporal de lluvias y ciclones. Por ejemplo, del año 2012 al año 2021 se ha mantenido en buen estado la situación de la playa y protección de la misma a base de tubos de tela geotextil (figura 17).



Figura 17. Figura donde se aprecia en un buen estado físico la protección de la playa y el material recuperado en la misma en el año 2021, en la comunidad de Sánchez Magallanes, Tabasco, México.

Fuente. imagen extraída del software google earth, mayo 2022 [16].

Visto lo anterior, es importante citar que otra conclusión al trabajo realizado es que este tipo de obra es una alternativa para la protección de playas, teniendo una gran ventaja cuando no se tiene un banco de explotación de piedra cercano a la zona de los trabajos de la misma.

Se puede concluir también que, debe de realizarse verificaciones periódicas del estado actual de la obra, debido a los cambios mayormente severos en las condiciones climatológicas, meteorológicas y oceanográficas de las costas a nivel mundial.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Puertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Banco Mundial (2012). Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial Depto. de México y Colombia/Región de América Latina y El Caribe 1818 H Street, N.W. Washington, D.C. 20433, U.S.A. Impactos del incremento en el nivel medio del mar en la zona costera del Estado de Campeche, México. 92 pp.
<https://cambioclimatico.gob.mx/wp-content/uploads/2018/11/Documento-4-Impactos-del-incremento-del-mar-Campeche-2012.pdf>
- [2] LASER Laboratorio y Servicios, S.A. de C.V. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del Estudio de Impacto Ambiental. Manifestación de Impacto Ambiental Particular. Capítulo I. Proyecto: Protección Costera en el Tramo del Km 45+ 230 al 46 + 000 de la Carretera Federal 180, Tramo Ciudad del Carmen-Champotón, con base en Arrecifes Artificiales construidos con estructuras de concreto tipo "CORE LOC"^{MR}. Recuperado de:
<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/ca/mp/estudios/2010/04CA2010HD039.pdf>
- [3] Rivera Arriaga, E., Villalobos Zapata G. J., Azuz Adeath I., & Rosado May F. (eds.) (2004). El Manejo

Costero en México. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX) ISBN 968-5722-12-9. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p. 163-177. Recuperado de:

<https://epomex.uacam.mx/view/download?file=14/El%20Manejo%20Costero%20en%20Me%CC%81xico.pdf&tipo=paginas>

[4] Ruiz y Zurvia Flores Jaime R. (2006). Apuntes de Hidrodinámica Marítima, Maestría en Hidráulica. I.P.N.-E.S.I.A., Unidad Zacatenco. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, México.

[5] Ramírez Cuevas, J. M. (2009) Estudio Experimental de Rompeolas Superficiales Permeables con Ampliación de Berma. [Tesis de Maestría en Hidráulica]. Instituto Politécnico Nacional. México.

[6] Comisión Federal de Electricidad. C.F.E., (1983). Instituto de Investigaciones Eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia, A.2.13, Hidráulica Marítima,

[7] USACE, (1984), U.S. Army Corps of Engineers. Shore Protection Manual. Vol I. 4ta. Edición. Washington, 1984.

[8] Portugal Travel Guide (2013). Portugal, Photos, The Algarve, beach groynes from the air. Recuperado de: <https://www.travel-in-portugal.com/photos/beach-groynes-air.htm>

[9] Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2001). Manual de Dimensionamiento Portuario. Coordinación de Puertos y Marina Mercante. México.

[10] Desonie Dana, (2025), Protección de las costas, última modificación 1 de julio de 2025. Recuperado de: <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-tierra-grados-6-8-en-espanol/section/9.17/primary/lesson/proteccion-de-las-costas/>

[11] EVi, (2019). Soluciones para la tierra y el agua. La mejor opción en construcción marina. Geotubos para construcción marina. Recuperado de:

http://www.evi.com.mx/evicom/prod_geotubo_marino_proteccion_costera.html

[12] G&G, (2022). Geotubos para estructuras marinas: usos y beneficios, geoygeo. Recuperado de:

<https://www.geoygeo.com/blog/geotubos-para-estructuras-marinus-usos-y-beneficios/>

[13] Aquantica, 2021. Proyectos Marinos. Ingeniería de Costas. Instalación de Geotubos. Recuperado de:

https://www.aquantica.com.mx/services/instalacion_de_geotubos/show

[14] López Minutti Raúl, 2023. Regeneración de dunas. Tecnoceano - Proyección Especializada S.A. de C.V. Julio 2023. Recuperado de: <https://tecnoceano.com/5184-2/>

[15] Peach Figueroa, Raúl Roberto (2020). Geotubos contra la erosión. Constructora Peach. Chicxulub, Puerto, Yucatán. Julio 2020. Recuperado de:

<https://constructorapech.com.mx/2020/07/30/geotubos-contra-la-erosion/>

[16] Software de Sistema de Información Geográfica (SIG) google earth. <https://earth.google.com/>

Tabla de roles de contribución

Rol	Autor(es)
Conceptualización	José Miguel Ramírez Cuevas (principal) David Zúñiga Malpica (igual) Enrique de Jesús Moreno Carpintero (apoyo)
Metodología	José Miguel Ramírez Cuevas (principal) Jesús Alberto Ramírez Cuevas (apoyo) Verónica Román Díaz (apoyo)
Administración del proyecto	José Miguel Ramírez Cuevas (principal) David Zúñiga Malpica (apoyo) Enrique de Jesús Moreno Carpintero (apoyo)
Recursos	José Miguel Ramírez Cuevas
Supervisión	José Miguel Ramírez Cuevas (principal) Verónica Román Díaz (apoyo)
Validación	José Miguel Ramírez Cuevas (principal) Enrique de Jesús Moreno Carpintero (apoyo)
Visualización	Jesús Alberto Ramírez Cuevas (principal) José Miguel Ramírez Cuevas (apoyo)
Escritura – preparación del borrador original	Verónica Román Díaz (principal) José Miguel Ramírez Cuevas (apoyo)
Redacción final	José Miguel Ramírez Cuevas (principal) David Zúñiga Malpica (apoyo) Verónica Román Díaz (apoyo)



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.