

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball
en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

(Reposición de Trámite)



Promovente y Responsable del Estudio de Impacto Ambiental: **Javier Del Jesús Dajer Miguel**

Mayo de 2016

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Mérida, Yucatán a 24 de Mayo de 2016.

Declaro bajo protesta de decir verdad que la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto **“Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán”**, bajo su leal saber y entender es real y fidedigna y que sé de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad administrativa distinta de la judicial tal y como lo establece el Artículo 247 Fracción I, 420 Quáter del Código Penal Federal y 36 del Reglamento de Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental. Así mismo, no omito destacar que los resultados que integran el presente documento fueron obtenidos a través de las aplicaciones de las mejores técnicas y métodos comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país, así como del uso de la mayor información disponible. Por lo anterior, manifiesto que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales descritos, porque toda la información es verídica.

ATENTAMENTE

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

Representante en México de la Fundación Reef Ball Internacional

Promovente Y Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental

Fecha de Presentación del Estudio: 24 de Mayo de 2016.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

RESUMEN EJECUTIVO.

Identificación del Proyecto

Este es un proyecto de Investigación, porque tiene el propósito de recabar información y documentar los resultados y beneficios de 2 de los usos de los arrecifes artificiales Reef Ball:

El Primero formando un rompeolas sumergido como alternativa de solución ante la grave erosión y pérdida de playas que se viene observando en los últimos 15 años a lo largo de toda la costa de Yucatán.

El Segundo agrupándolos en módulos acuícolas como alternativa para la recuperación ecológica de los hábitats submarinos e incremento de la biomasa y especies de valor ecológico y comercial al propiciar el encuentro apareamiento, anidación, reproducción y crianza de juveniles de las diferentes especies de la zona

Este proyecto tiene dos partes:

La primera parte consiste en colocar enfrente de la playa de San Benito Kilómetro 24 de la carretera Progreso-Telchac Puerto doscientos diez arrecifes artificiales tipo Reef Ball, modelo Bay Ball para formar un rompeolas sumergido de 70 metros de largo a paralelo a la línea de costa a una distancia de 40 metros de la orilla de la playa aproximadamente con el propósito de recuperar la playa perdida por la erosión.



En esta primera parte, el proyecto es una obra de defensa, de emergencia, de protección costera en contra la erosión e invasión de aguas y de rehabilitación.

Es un proyecto de **defensa** porque la erosión de la costa e invasión de aguas está afectando las viviendas de los propietarios de los predios de Playa San Benito

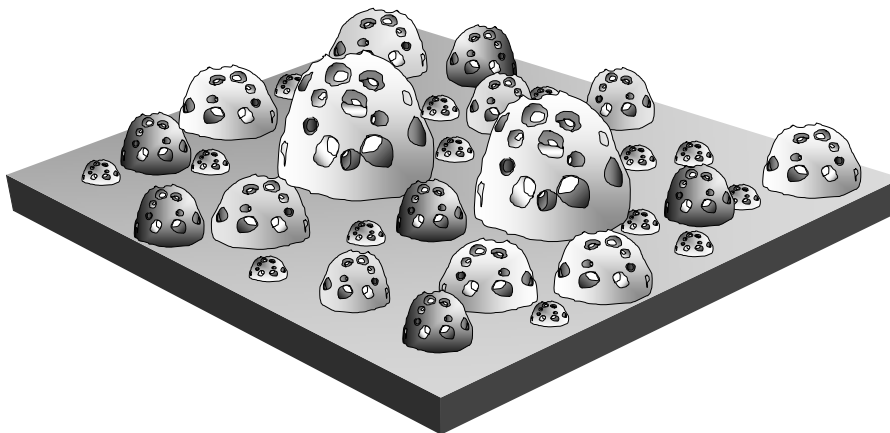
Es un proyecto de **emergencia** porque cada día el daño en la costa y en el patrimonio de los propietarios es mayor e irreversible.

Es un proyecto de **protección costera** porque el rompeolas sumergido pretende disminuir la energía de las olas y recuperar la playa perdida para así proteger las propiedades e infraestructura de los predios privados ubicados en Playa San Benito amenazados por la erosión e invasión de aguas.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

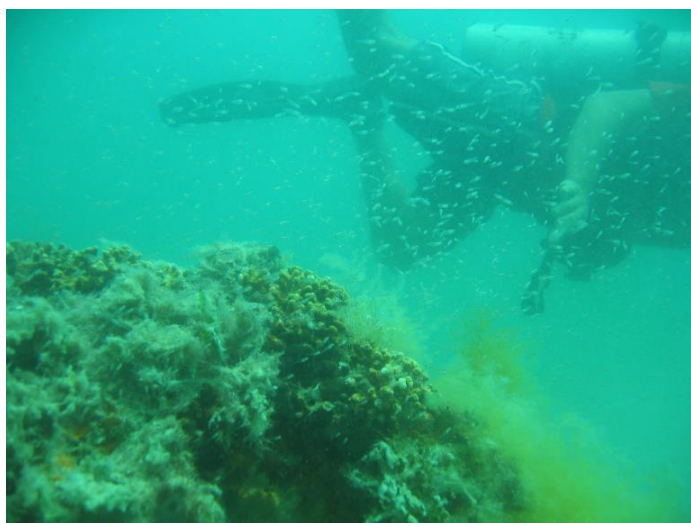
Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

La segunda parte pretende colocar 100 arrecifes artificiales tipo Reef Ball de diversos tamaños para formar 5 módulos acuícolas de 20 arrecifes cada uno a 2, 4, 6, 8 y 9 kilómetros de la costa en profundidades desde 3 hasta 10 metros con el propósito de crear zonas de fijación y propagación de corales, refugio, encuentro, apareamiento, reproducción y crianza de juveniles de todas las especies marinas de la zona.



Diseño de un módulo de arrecifes artificiales Reef Ball®

En esta segunda parte, es un proyecto de **rehabilitación ecológica** porque se pretende también que con el establecimiento de los Arrecifes Artificiales Reef Ball se proporcionen elementos con sustratos y cavidades aptas para ser colonizado por diferentes especies de peces y fijación de arrecifes coralinos de la zona, para ser un área de refugio y hábitat, desarrollándose con el tiempo un área de procreación y productoras de reclutas.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Justificación

Las Tormentas tropicales y huracanes que han impactado la Península de Yucatán en los últimos años, en especial Gilberto e Isidoro, han causado disminución y allanamiento de los bajos de arena submarinos, los cuales funcionaban como protecciones naturales de la línea de costa, trayendo en consecuencia **erosión de las playas** de arena e invasión de aguas que ponen en riesgo la infraestructura turística y construcciones en general de las costas del estado de Yucatán y en el caso en particular de San Benito la pérdida de playas y el riesgo de **daño irreversible en las viviendas ha aumentado más**, ya que en septiembre del año pasado, instalaron tres espigones por vecinos al Este del sitio del proyecto aumentando gravemente la erosión de la playa.

Este proyecto es una obra privada de defensa ante la agresiva erosión de las playas e invasión de aguas que se observa en Playa San Benito y tiene como objetivo principal la protección de sus viviendas y protección de la playa. También es una obra de beneficio público y ecológico al presentarse como una alternativa sustentable de control de erosión de playas y de rehabilitación de ecosistemas marinos en la Península de Yucatán.

Es importante resaltar que se ha contado con la participación de académicos y consultores especialistas en ingeniería y en biología y con la experiencia acumulada de proyectos realizados con éxito a lo largo de 14 años en Yucatán por el representante de **Fundación Reef Ball Internacional** dedicada a la fabricación e instalación de arrecifes artificiales en todo el mundo. En México, se han colocado con el objetivo de rehabilitación de ecosistemas marinos más de 10,000 arrecifes artificiales contando con la autorización de la SEMARNAT. Se anexa estudios e información de casos concretos que sustenta la factibilidad y resultados del uso de rompeolas sumergidos formados con arrecifes artificiales Reef Ball elaborados por el consultor de costas, **Lee Harris, doctor en ingeniería oceanográfica**, del Instituto Tecnológico de la Florida.

Sumado a lo anterior, en la Península de Yucatán, el representante de la Fundación Reef Ball en México, Javier Del Jesús Dajer Miguel, ha realizado con éxito dos proyectos de rompeolas sumergidos formados con arrecifes artificiales Reef Ball.

El primero fue en el año 2002 enfrente del remate del malecón de Progreso. Se instalaron 180 arrecifes para formar un rompeolas sumergido de 120 metros de largo. Se logro la recuperación de más de 20 metros de playa sin necesidad de rellenos de arena y hasta la fecha es el único proyecto que logró una playa estable

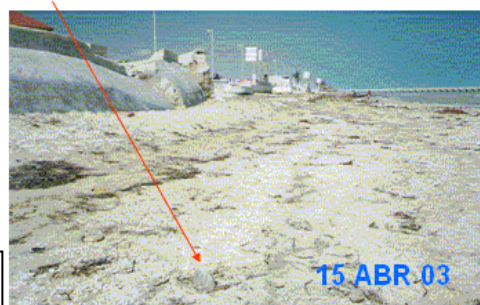


Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

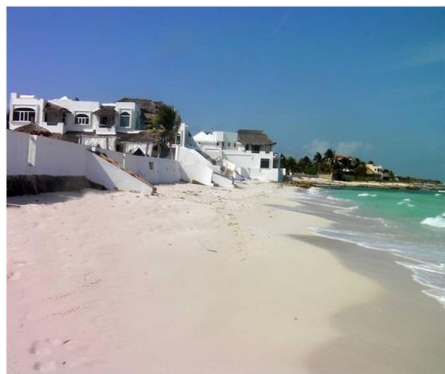


ESPOLON



Fotografías de antes y después de los arrecifes en el Malecón de Progreso

El segundo caso exitoso de arrecifes Reef Ball es en Playa del Secreto, Puerto Morelos Quintana Roo.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Este proyecto para San Benito fue solicitado inicialmente ante la SEMARNAT mediante los formatos de avisos de invasión de aguas y de la ejecución de obras de defensa, obteniéndose como respuesta la negación de este procedimiento por ya no estar vigente y el requerimiento de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental.

También se levantaron las denuncias correspondientes por la instalación de los espigones ante la Procuraduría Federal de Protección Ambiental, PROFEPA y ante la SEDUMA estatal, pero hasta el momento no se han llevado a cabo ninguna acción de retiro de los espigones.

Respetuosos de las Leyes, de las Autoridades y del medio ambiente, la presentación de esta MIA Particular para obtener la autorización de realizar este proyecto obedece a la respuesta obtenida por parte de la SEMARNAT y a la urgencia, independientemente de los causes legales que procedan, por las implicaciones y de los daños civiles y materiales que se tengan por la erosión en Playa del Secreto.

Objetivos

- Instalar 210 estructuras artificiales de tipo Reef Ball, para formar un rompeolas sumergido frente a la Playa de San Benito, Kilómetro 24 de la carretera costera Progreso-Telchac Puerto, Yucatán.
- Con el rompeolas sumergido formado por arrecifes artificiales Reef Ball se pretende fortalecer la línea de bajos naturales para reducir la energía del oleaje y lograr la recuperación de la playa.
- Instalar 100 arrecifes artificiales Reef Ball para formar 5 módulos en profundidades desde 3 hasta 10 metros para proveer sustratos adecuados para la fijación y propagación de corales, sitios de encuentro, apareamiento, reproducción, anidación, refugio y crecimiento de juveniles de las diferentes especies que habitan en la zona.
- Ofrecer una alternativa de ingeniería de costas ambientalmente sustentable y de bajo o nulo impacto negativo a los propietarios de los predios de Playa San Benito actualmente en riesgo por la implacable erosión que se tiene.

Características:

Costo:

Inversión estimada de \$600,000.00 pesos M.N., tomando en consideración la inversión para la elaboración y el establecimiento de los arrecifes y el costo de autorizaciones y trámites.

Duración:

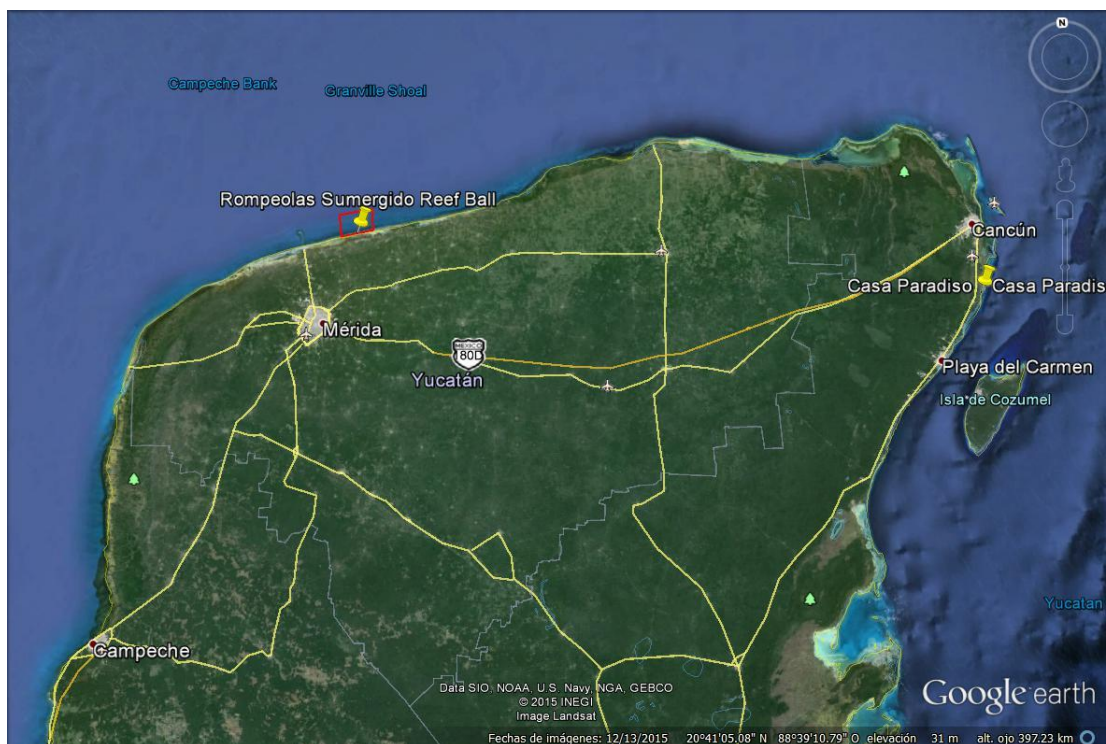
La duración del desarrollo del proyecto en su etapa fabricación, instalación y monitoreo de los arrecifes artificiales es de 30 meses a partir de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental. Una vez terminada la etapa de desarrollo del proyecto, se estima que el tiempo de operación del proyecto será 25 años, quedando los arrecifes artificiales Reef Ball totalmente integrados al ecosistema, cubiertos al 100% de algas, esponjas y corales.

Ubicación y extensión:

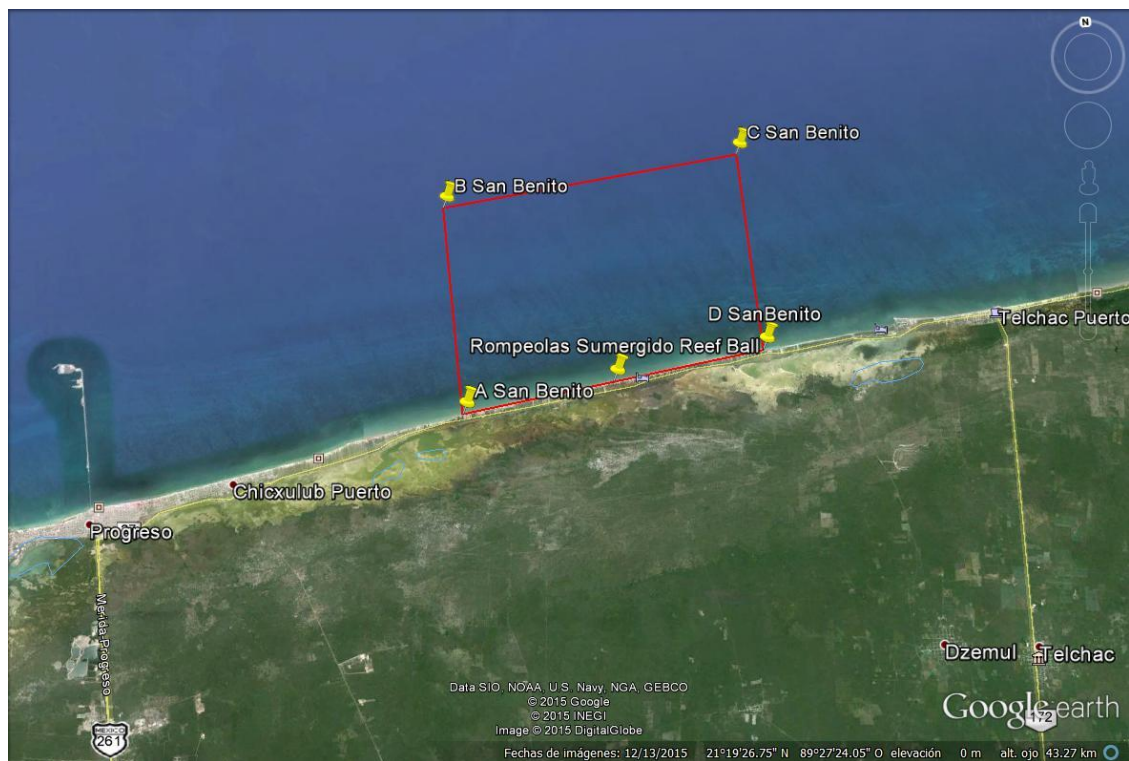
El proyecto se ubicará enfrente de la zona costera de los predios de Playa San Benito, kilómetro 24 de la carretera costera Progreso-Telchac Puerto, Yucatán.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



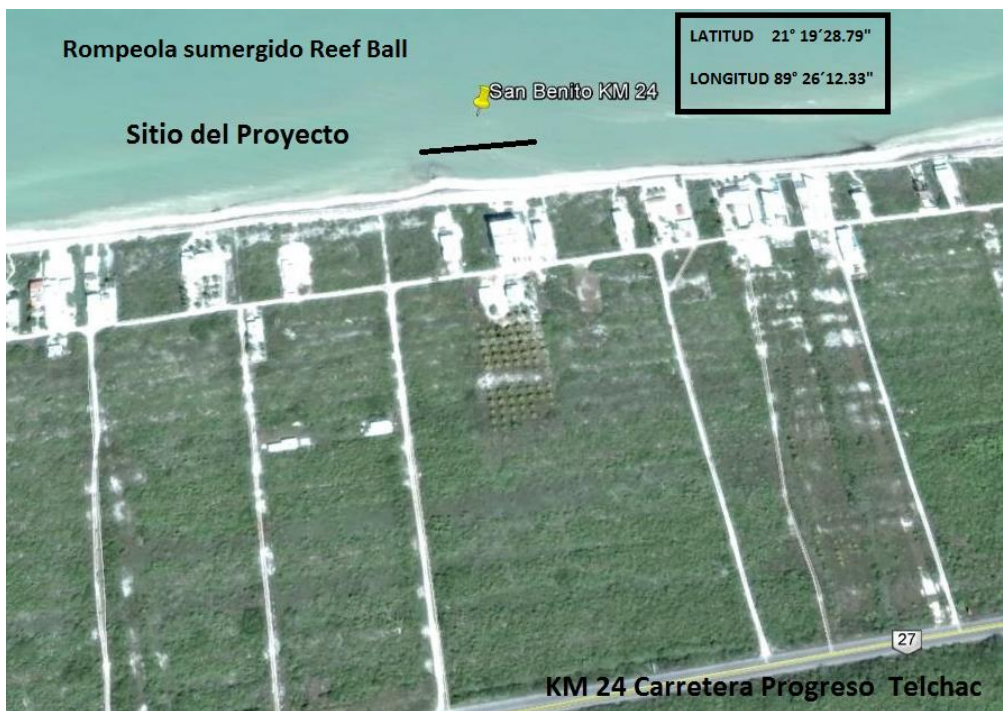
Área de estudio de 14 kilómetros de playa por 10 kilómetros mar adentro



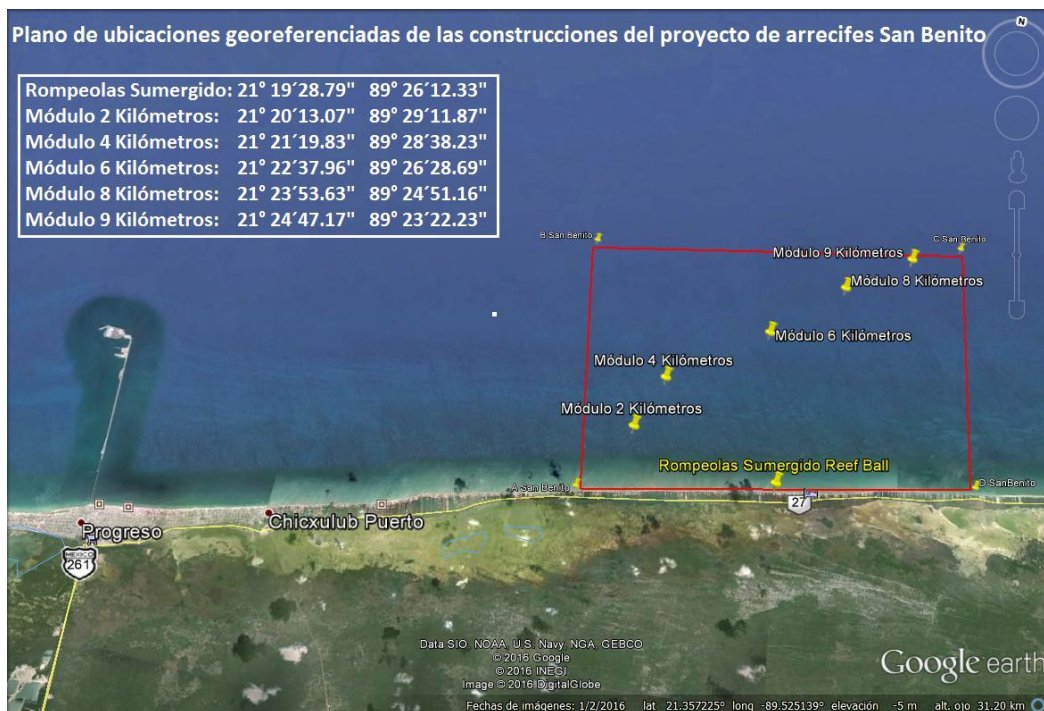
Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

El rompeolas tendrá 70 metros de largo por 3 de ancho y ocupará una superficie de 210 metros cuadrados



Plano georreferenciado de ubicación de las diferentes construcciones del proyecto:



(Se anexa el plano impreso a doble carta al final)

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Tabla de superficies del proyecto definiendo los metros cuadrados y el porcentaje que serán utilizados para la colocación de las estructuras:

METROS CUADRADOS		PORCENTAJE UTILIZADO POR LAS ESTRUCTURAS
Superficie del proyecto:	140, 000,000	100 %
(14,000 x 10,000 metros)		
Superficie utilizada por el rompeolas:	210	0.0000015 %
(70 x 3 metros)		
Superficie utilizada por 5 módulos:	125	0.0000008928571 %
(5 módulos de 25 m2 cada uno, 5 x 5 metros)		

Tipo de estructuras: Arrecifes Artificiales Reef Ball TM

La Fundación Reef Ball ha llevado a cabo más de 20 rompeolas sumergidos exitosos con la innovación de utilizar arrecifes artificiales biológicamente amigables al medio ambiente marino, que además de cumplir con una función para la ingeniería de costas, proveen sustratos de fijación para la propagación de corales, esponjas y algas además de crear cavidades para la colonización de las diferentes especies marinas.



Playa rehabilitada con rompeolas sumergido Reef Ball en R. Dominicana

Para mayor información se puede consultar el capítulo de rompeolas sumergidos (submerge breakwaters) en la página de internet de la Fundación: reefaball.com, encontrándose información técnica y resultados obtenidos.

Los arrecifes artificiales Reef Ball, son esferas huecas de concreto producidas para ser llevadas y puestas en el fondo marino con el propósito de aumentar el hábitat para peces y corales; son fabricadas con concreto inerte, no dañinos al ambiente, diseñadas para imitar arrecifes naturales y durar más de 500 años. Los Reef Ball son económicos, fáciles de instalar y han demostrado ser muy eficientes para lograr rehabilitar ecosistemas marinos además de ser estables ante tormentas tropicales y huracanes. Las principales características de las estructuras son:

- Estructuras circulares, huecas, en forma de domo o en capas (Layers).

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

- Resistencia a la abrasión, máxima estabilidad y duración bajo el mar.
- Materiales, inertes, (no tóxicos ni peligrosos) y amigables al medio ambiente.
- Texturas y PH que promueven la fijación y la propagación de corales duros y blandos.
- Con numerosos orificios de diferentes diámetros en su pared que ponen en comunicación su espacio interno con el exterior. Creando refugios para anidación y crianza de juveniles.
- Fáciles de instalar además de poder ser removidos a bajo costo en caso de requerirse.
- El rompeolas sumergido se ubicará a una profundidad mínima de marea media de -1 a -1.2 dejando una columna de agua entre la cresta del arrecife y el nivel medio de marea de 10 a 30 centímetros.
- Tipo y cantidades de materiales a utilizar en la construcción del arrecife. Para la construcción del rompeolas sumergido se utilizarán 210 arrecifes artificiales Reef Ball, modelo Bay Ball.

Cada Reef Ball está fabricado a partir de moldes de fibra de vidrio, entrenamiento y especificaciones proporcionadas y supervisadas por la Fundación respetando la información proporcionada sobre los materiales a utilizar para la construcción de las estructuras artificiales, estas no ofrecen peligro para el ambiente marino.

Modelos que se utilizarán en el rompeolas sumergido (210) y en los módulos de rehabilitación (100):

Cantidad	Modelo	Base Metros	Altura metros	Peso kilogramos	Área m2
250	Bay Ball	0.90	0.60	350	0.64
60	Mini Bay	0.76	0.50	120	0.45



Bay Ball



Mini Bay

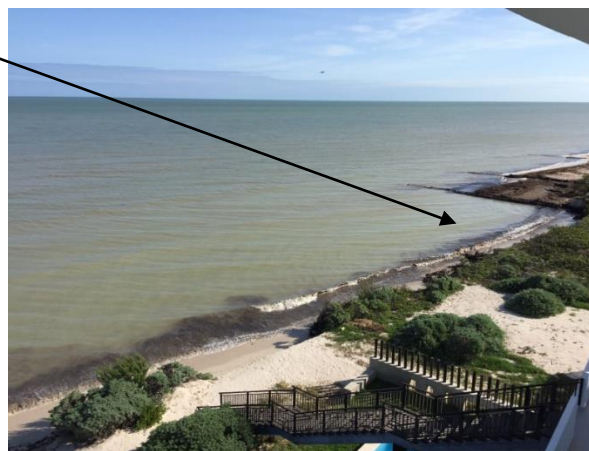
Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Actividades anexas a realizar. Retiro de 3 espigones ilegalmente instalados al Este del sitio del proyecto.



Playa San Benito 7 de Octubre 2015



Playa San Benito 24 de octubre 2015

Abandono. Al finalizar la etapa de desarrollo del proyecto se estima que el tiempo de operación del proyecto será de 25 años, no se contempla el desmantelamiento. La presencia indefinida de las estructuras artificiales en los sitios del proyecto proporcionarán nuevos refugios para diversas especies de la flora (algas) y fauna (anélidos, celentéreos, moluscos, crustáceos, peces, etc.) marina endémica de la costa.

Vinculación. Este proyecto es compatible con las políticas, usos y criterios ecológicos definidos para la zona, siendo un área con política de aprovechamiento y de importancia ambiental media, este proyecto contribuirá al desarrollo, conservación y restauración de la costa y del componente biológico marino. El presente proyecto podrá proporcionar información útil para este fin relativa al papel de arrecifes artificiales en la protección y conservación de la costa.

Área de Influencia. El sitio del proyecto del rompeolas sumergido se ubicará en línea paralelo a la costa sobre el fondo marino, a profundidad a nivel de marea medio de entre -1.0 a 1.2 metros frente a las costas de Playa San Benito Kilometro 24 de la carretera costera de Progreso a Telchac puerto, Yucatán. Los 5 módulos de 20 arrecifes cada uno se colocaran a diferentes profundidades (de 3 a 10 metros de profundidad) y distancias de la costa (de 2 a 10 kilómetros). El área de influencia y estudio de todo el proyecto será de 140 kilómetros cuadrados comprendidos en un rectángulo de 14 kilómetros de la línea de costa por 10 kilómetros hacia mar adentro como se muestra en la figura de la página 8.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Impactos Ambientales. Descripción y evaluación. El análisis de los componentes ambientales relevantes y/o críticos del sistema ambiental donde se ubicará el sitio del proyecto permitió determinar que, por las características, dimensiones y alcances del proyecto no se identificaron acciones que puedan considerarse negativas y/o críticas por su interacción con el ambiente de manera directa lo que si se observan son impactos positivos con la aplicación de este proyecto.

En base al análisis y a la evaluación del proyecto así como a las experiencias previas que se han tenido en Yucatán y en Quintana Roo con los arrecifes artificiales Reef Ball colocados en otras áreas, se espera que los arrecifes artificiales se cubran de esponjas, corales y algas mimetizando a los arrecifes de coral naturales y se colonicen por las diferentes especies endémicas de la zona.

Medidas preventivas y de mitigación

Las medidas preventivas y de mitigación que fueron consideradas durante la elaboración del proyecto para compensar los posibles aspectos que podrían limitar el crecimiento y la sustentabilidad del mismo son:

Llevar a cabo la Fabricación de los arrecifes artificiales en las instalaciones de CEMEX CONCRETOS, Planta Mérida Yucatán, siendo un sitio adecuado, que cumple las normas ambientales y de seguridad vigentes, que cuenta además con la Certificación ISO 9000 y con laboratorio completo, certificado nacionalmente por la SCT, para monitoreo de la calidad de los materiales utilizados y la resistencia de las estructuras. Utilizar la tecnología y formula patentada de la Fundación Reef Ball consistente en estructuras inertes, no contaminantes, de poca altura, hidrodinámica y con estabilidad máxima;

Realizar la etapa de transportación terrestre y marítima con concesionarios y/o contratistas profesionales con pólizas de seguros vigentes, cumpliendo con las normas y reglamentos vigentes por las autoridades competentes (Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Capitanía de Puertos)

Para la etapa de instalaciones submarinas, depositar las unidades a una profundidad mínima de colocación de -1.0 metros dejando una columna de agua mínima de 0.1 metros que no interfiera con la transportación de litoral.

Hundir las unidades con personal y supervisión capacitada y el equipo auxiliar de flotación, de forma controlada, para asegurar que se asienten en sustratos de tipo fondo duro (roca, arena y concha quebrada) La colocación de las estructuras se hará con extremo cuidado para evitar que queden sobre áreas de arrecifes naturales o de vegetación (macro algas y pastos marinos).

Anclar las unidades al fondo para evitar cualquier posible desplazamiento. La tecnología de arrecifes artificiales Reef Ball, no requiere anclaje de las estructuras debido a su probada estabilidad, pero por seguridad se recomienda al menos anclar las unidades con una varilla de 5/8 pulgada hincándola en el fondo al menos 30 centímetros.

Otra gran ventaja de la tecnología de Arrecifes Artificiales Reef Ball además de las arriba mencionadas es la de ser factibles de retirarse del sitio en caso de que así se requiera.

Conclusiones

El Retiro de los espigones al Este del sitio del proyecto frenará el avance acelerado de la erosión de la playa y la colocación del rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball reducirá la energía de las olas y ayudará a la rehabilitación y protección de la costa. Eventualmente acumulará arena y recuperará la playa perdida en Playa San Benito. Los 5 módulos de arrecifes para rehabilitación colocados mar adentro se colonizarán por algas, esponjas, corales y serán refugio de juveniles de las especies de la zona. El proyecto es viable ambientalmente no ocasionará riesgos ni impactos negativos al ecosistema.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Datos generales del Proyecto

- 1.1.1. Nombre del proyecto.
- 1.1.2. Datos del Sector y Tipo de Proyecto.
- 1.1.3. Estudio de riesgo y su modalidad.
- 1.1.4. Ubicación del proyecto.
- 1.1.5. Dimensiones del proyecto.

I.2 Promovente

- 1.2.1. Nombre
- 1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.
- 1.2.3. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

- 1.3.1. Nombre
- 1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.
- 1.3.3. Número de Cédula Profesional.
- 1.3.4. Dirección del responsable del estudio.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Tipificación del proyecto

II.1.2 Naturaleza del proyecto

II.1.3 Justificación y objetivos

II.1.4 Inversión requerida

II.1.5 Duración del proyecto

II.1.6 Políticas de crecimiento a futuro

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Información particular del proyecto

II.2.2 Descripción de obras y actividades principales del proyecto

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas al proyecto

II.2.4 Ubicación y dimensiones del proyecto.

II.3 Descripción de las obras y actividades en cada una de las etapas del proyecto

II.3.1 Programa de Trabajo

II.3.2 Selección del sitio

II.3.3 Estudios de campo

II.3.4 Situación legal del predio y tipo de propiedad

II.3.5 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

II.3.6 Urbanización del área

II.3.7 Área natural protegida

II.3.8 Políticas de crecimiento a futuro

II.3.9 Preparación del sitio y construcción

II.3.9.1 Preparación del sitio

II.3.9.2 Construcción

II.3.9.3 Operación y mantenimiento

II.3.9.4 Abandono del sitio

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 Información sectorial

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

III.3 Análisis de los instrumentos normativos

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1 Delimitación del área de estudio

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.2 Aspectos bióticos

IV.2.3 Paisaje

IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.5 Descripción de la estructura del sistema

IV.2.6 Análisis de los componentes ambientales relevantes y/o críticos

IV.2.7 Diagnóstico ambiental.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

V.1.1 Indicadores de impacto

V.1.2 Relación general de algunos indicadores de impacto

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.2 Impactos ambientales generados

V.2.1 Construcción del escenario modificado del proyecto

V.2.2 Identificación de los efectos en el sistema ambiental

V.2.3 Características de los impactos

V.2.4 Evaluación de los impactos

V.2.5 Determinación del área de influencia

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Medidas preventivas

VI.2 Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

VII.2 Programa de Monitoreo

VII.3 Conclusiones

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Planos de localización

VIII.1.2 Fotografías

VIII.1.3 Estudios y documentos técnicos

VIII.2 Otros anexos

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

GUÍA PESQUERO-ACUÍCOLA, MODALIDAD PARTICULAR

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Datos Generales del Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto: **“Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán” (Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos).**

I.1.2. Datos del Sector y Tipo de Proyecto:

En el caso del uso de los arrecifes para recuperación de playas mediante rompeolas sumergido:

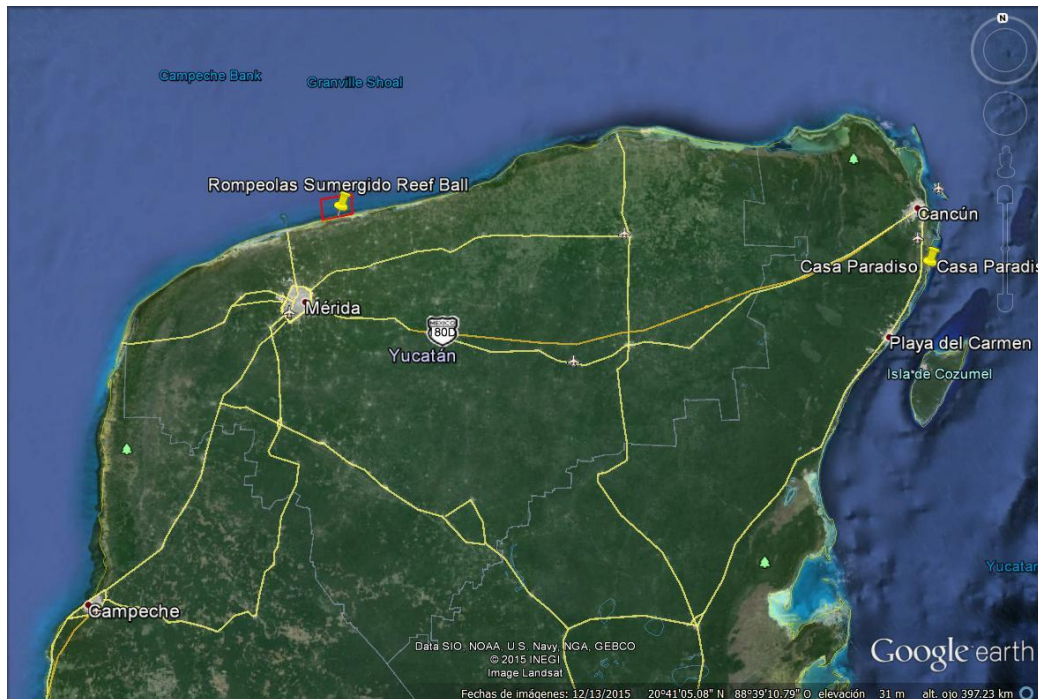
Sector: Turístico; Tipo de proyecto D: Restitución de Playas

En el caso del uso de los arrecifes para módulos acuícolas para la anidación y crianza de juveniles:

Sector: Acuícola; tipo de proyecto B: Unidades de Producción Mediante Artes de Cultivo en Cuerpos de Agua.

I.1.3. Estudio de riesgo y su modalidad: Manifestación De Impacto Ambiental, Modalidad Particular A: No incluye actividad altamente riesgosa.

I.1.4. Ubicación del proyecto: El proyecto se ubicará enfrente de la zona costera de los predios de Playa San Benito, kilómetro 24 de la carretera costera Progreso-Telchac Puerto, Yucatán.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



I.1.5. Dimensiones del Proyecto:

La Superficie total que ocupará el rompeolas sumergido es de: 210 metros cuadrados (70 metros de largo por 3 de ancho)

La superficie total de los cinco módulos de arrecifes para rehabilitación de ecosistemas marinos es de 25 metros cuadrados cada uno (5 metros de largo por 5 de ancho), total 125 metros cuadrados.

Plano georreferenciado donde se ubican las diferentes construcciones del proyecto (Se anexa el plano impreso a doble carta al final):

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

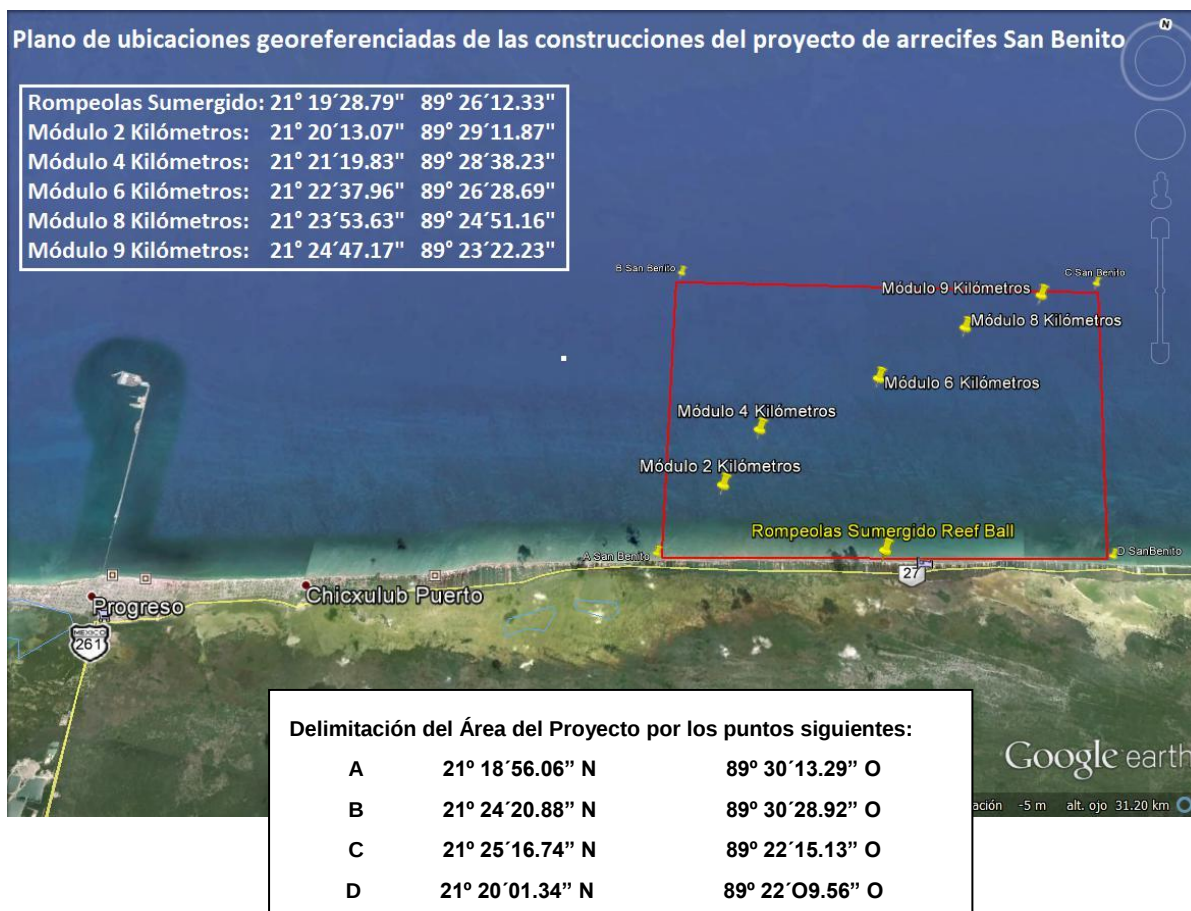


Tabla de superficies del proyecto definiendo los metros cuadrados y el porcentaje que serán utilizados para la colocación de las estructuras”

	METROS CUADRADOS	PORCENTAJE UTILIZADO POR LAS ESTRUCTURAS
Superficie del proyecto:	140, 000,000	100 %
(14,000 x 10,000 metros)		
Superficie utilizada por el rompeolas:	210	0.0000015 %
(70 x 3 metros)		
Superficie utilizada por 5 módulos:	125	0.0000008928571 %
(5 módulos de 25 m2 cada uno, 5 x 5 metros)		

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

I.2 Promovente

Eliminado: Ocho renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

1.3.1. Nombre: Javier del Jesús Dajer Miguel

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes: DAMJ611018LB1

1.3.3. Número de Cédula Profesional: 1090593

1.3.4. Dirección del responsable del estudio:

Calle 4 No 112 Fraccionamiento Montecristo,
Mérida, Yucatán, México. Código Postal 97133

Tel: 01 999 9 48 40 14

Cel. 044 9999 55 09 01

E-mail: comsolida@prodigy.net.mx

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1. Tipificación del proyecto. De acuerdo a las guías y apéndice I para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular publicados por la SEMARNAT, el proyecto en la parte de rompeolas sumergido se **identifica en el Sector Turístico, Tipo de Proyecto clave D, restitución de playas**, ya que se utilizarán los arrecifes artificiales como elementos de ingeniería para **una obra de protección costera**.

En la parte de módulos acuícolas de arrecifes se identifica en el Sector Acuícola, Tipo de Proyecto B, como unidades de producción para artes de cultivo en cuerpos de agua, tipo de obra arrecifes artificiales.

II.1.2. Naturaleza del proyecto. El proyecto es en su primera parte, una obra nueva, de defensa contra la erosión e invasión de aguas, de emergencia, de rehabilitación y de protección costera en la que se instalarán arrecifes artificiales para crear un rompeolas sumergido ubicado en la zona federal marítima terrestre por lo que requiere urgentemente la autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo a lo establecido en los artículos 28 de la Ley general de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.



Es un proyecto de **defensa** porque la erosión de la costa e invasión de aguas está afectando las viviendas de los propietarios de los predios de Playa del Secreto.

Es un proyecto de **emergencia** porque cada día el daño en la costa y en el patrimonio de los propietarios es mayor e irreversible.

Es un proyecto de **protección costera** porque el rompeolas sumergido pretende disminuir la energía de las olas y así proteger las propiedades e infraestructura de los predios privados ubicados en Playa del Secreto amenazados por la erosión e invasión de aguas.

Es un proyecto Acuícola en su segunda parte, porque se pretende que con el establecimiento de los Arrecifes Artificiales Reef Ball se proporcionen elementos con sustratos y cavidades aptas para ser colonizado por diferentes especies de peces y fijación de arrecifes coralinos de la zona, para ser un área de refugio y hábitat, desarrollándose con el tiempo un área de procreación y productoras de reclutas.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.1.3.- Justificación y Objetivos. Las Tormentas tropicales y huracanes que han impactado en los últimos años, en especial Gilberto, Isidoro, Wilma e Iván, han causado graves daños, disminución y allanamiento de los bajos de arena submarinos, los cuales además de su gran valor biológico, funcionaban como protecciones naturales de la línea de costa, trayendo en consecuencia una **agresiva y permanente erosión de las playas** de arena e invasión de aguas que ponen en riesgo la infraestructura turística y construcciones en general de las costas del estado de Yucatán y en este caso en particular la pérdida de playas y el **daño irreversible en las viviendas en Playa de San Benito**.

Las Autoridades Federales, Estatales y municipales, con la autorización de la SEMARNAT, han llevado a cabo diversos proyectos para frenar la erosión así como proyectos para lograr la recuperación de playas invirtiendo grandes sumas de dinero y recursos en obras de dragados, rellenos de arena, geotubos, retiro de espigones, etc., los cuales no todos han dado los resultados esperados de forma definitiva, perdiéndose la arena artificialmente colocada, desintegración y hundimiento de los geotubos y pérdida de los recursos invertidos.

Actualmente se están volviendo a realizar por las autoridades proyectos de recuperación de playas en Yucatán mediante rellenos de arena artificial.

Este proyecto es en su primera parte una obra privada de defensa y de emergencia ante la agresiva erosión de las playas e invasión de aguas que se observa y tiene como objetivo principal la protección de sus viviendas, rehabilitación y protección de la costa en Playa del Secreto.

Es importante resaltar que se ha contado con la participación de la **Fundación Reef Ball Internacional** dedicada a la fabricación e instalación de arrecifes artificiales en todo el mundo que, inclusive en México, ha colocado con el objetivo de rehabilitación de ecosistemas marinos más de 10,000 arrecifes artificiales contando con la autorización de la SEMARNAT.

Se anexa también información acerca de proyectos exitosos realizados anteriormente de rompeolas sumergidos similares al proyecto propuesto e información técnica de arrecifes artificiales Reef Ball.

II.1.4.- Inversión requerida. El Proyecto se realizará con recursos de los propietarios de los predios de Playa San Benito. La inversión requerida se estima en **\$600,000** (Seiscientos mil pesos)

II.1.5.- Duración del proyecto. A partir de la Autorización, la duración del desarrollo del proyecto en sus etapas de fabricación, transportación, instalación y monitoreo es de **30 meses**. Una vez terminada la etapa de desarrollo del proyecto, se estima que el tiempo de operación del proyecto será de 25 años. Se espera que en este plazo los arrecifes artificiales Reef Ball queden totalmente integrados al ecosistema, cubiertos de algas, esponjas y corales.

Programa general de trabajo de la etapa de desarrollo del proyecto:

Etapas/Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fabricación	xxx									
Transportación	xx	x								
Instalación	x	x		x		x		x		x
Monitoreo		x		x		x		x		x

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

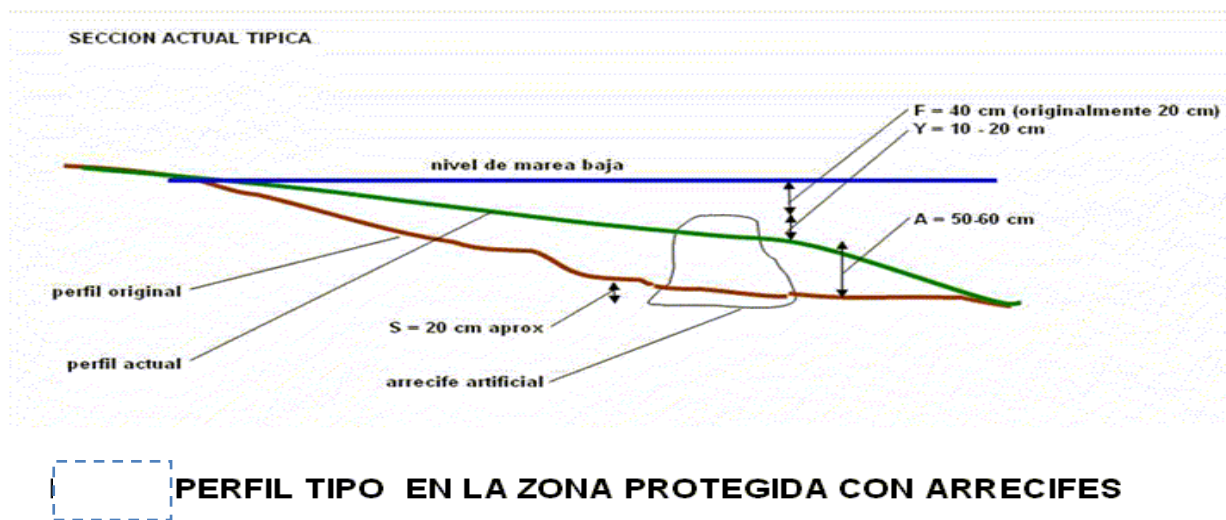
Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.1.6.- Políticas de crecimiento a futuro. Como posible crecimiento a futuro, en caso de ser necesario se consideraría incrementar las líneas de arrecifes artificiales a 4 aumentando el número de unidades de 210 ó hasta 280. También se puede considerar incrementar las unidades en los módulos acuícolas.

II.2.- Características particulares del proyecto.

Antecedentes de rompeolas sumergidos Reef Ball.

Los rompeolas sumergidos han sido utilizados por los ingenieros de costas como una alternativa para frenar la erosión de las playas y eventualmente lograr su rehabilitación. El principio básico del rompeolas sumergido es el de reducir la energía de las olas que impactan con toda su fuerza la costa y erosionan la arena acumulada en las playas. Se pueden construir con diferentes elementos tales como rocas naturales, estructuras de concreto, geotubos o arrecifes artificiales.



A diferencia de los rompeolas emergidos, que frenan totalmente el oleaje, modifican las corrientes y no permiten el paso de sedimentos, los rompeolas sumergidos solo pretenden reducir un porcentaje de la energía de las olas sin afectar las corrientes y dejando pasar los sedimentos sin afectar la dinámica de transporte de litoral. El rompeolas sumergido recreará o imitará la forma en que la naturaleza genera las playas como es el caso de las barrera arrecifales o bajos de arena naturales.

Ejemplos de rompeolas sumergidos formados con arrecifes Reef Ball han sido instalados en diferentes partes del mundo teniendo buenos resultados en la rehabilitación de playas y control de erosión:

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



Rompeolas sumergido Reef Ball en Antigua

La Fundación Reef Ball ha llevado a cabo más de 20 rompeolas sumergidos exitosos con la innovación de utilizar arrecifes artificiales biológicamente amigables al medio ambiente marino, que además de cumplir con una función para la ingeniería de costas, proveen sustratos de fijación para la propagación de corales, esponjas y algas además de crear cavidades para la colonización de las diferentes especies marinas.



Playa rehabilitada con rompeolas sumergido Reef Ball en R. Dominicana

Para mayor información se puede consultar el capítulo de rompeolas sumergidos (submerge breakwaters) en la página de internet de la Fundación: reefaball.com, encontrándose información técnica y resultados obtenidos.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Un rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball creará con el tiempo un resultado similar a las formaciones de bajos de arena o corales naturales con la ventaja de lograrlo en menos tiempo y en caso de ser necesario ser factible de ser removido o reubicado fácilmente.



En México tenemos varios casos de rompeolas sumergidos formados con arrecifes Reef Ball como el del Hotel Mayan Palace en Quintana Roo, el del remate del Malecón de Puerto Progreso, Yucatán (2002) y el de Playa del Secreto, Puerto Morelos, Quintana Roo (2010). El proyecto del Malecón de Progreso, diseñado y realizado, con la asesoría del Dr. Harris por el representante de la Fundación Reef Ball en México, Javier Dajer Miguel, contó con la autorización de la delegación de SEMARNAT en el estado de Yucatán. En Agosto del 2002 se instalaron 180 arrecifes Reef Ball formando el rompeolas sumergido de 120 metros de largo a 50 metros de la playa a una profundidad de 1.4 metros. La erosión se frenó y se logró rehabilitar la playa ganando más de 20 metros de arena sin necesidad de rellenos artificiales. El proyecto fue monitoreado por la delegación de SEMARNAT en Yucatán, por la Secretaría de Marina y por diversas instituciones académicas coincidiendo todos en el resultado obtenido. Incluimos notas periodísticas y monitoreos en el anexo.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

En el 2010 se instaló con éxito un rompeolas sumergido con arrecifes Reef Ball en Playa del Secreto, Puerto Morelos, Quintana Roo.



Fotografías de Playa Del Secreto, Puerto Morelos Quintana Roo

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.2.1. Información particular del proyecto.

El estudio realizado para Playa San Benito, incluido en el anexo, lleva a cabo un levantamiento del sitio, analiza la erosión de la playa, sus causas y propone como opción para su rehabilitación el retiro de espigones y la instalación de un rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball recomendando y concluyendo su factibilidad.

El efecto principal del rompeolas sumergido es el de reducir la energía del oleaje sin modificar corrientes ni afectar el transportes de sedimentos en el litoral. Eventualmente creará una zona ligeramente de más calma entre el arrecife y la playa dándole oportunidad a la acumulación de arena y recuperación de playas.

Los arrecifes artificiales serán colonizados por las diferentes especies enriqueciendo el valor biológico de la zona. En este proyecto no se pretende cultivar ni aprovechar ninguna especie.

El retiro de espigones es una parte muy importante del proyecto ya que es necesario restablecer la transportación natural de sedimentos que fue modificada por los espigones ocasionando en gran medida la erosión de la playa afectada.

Información particular del sitio y del proyecto.

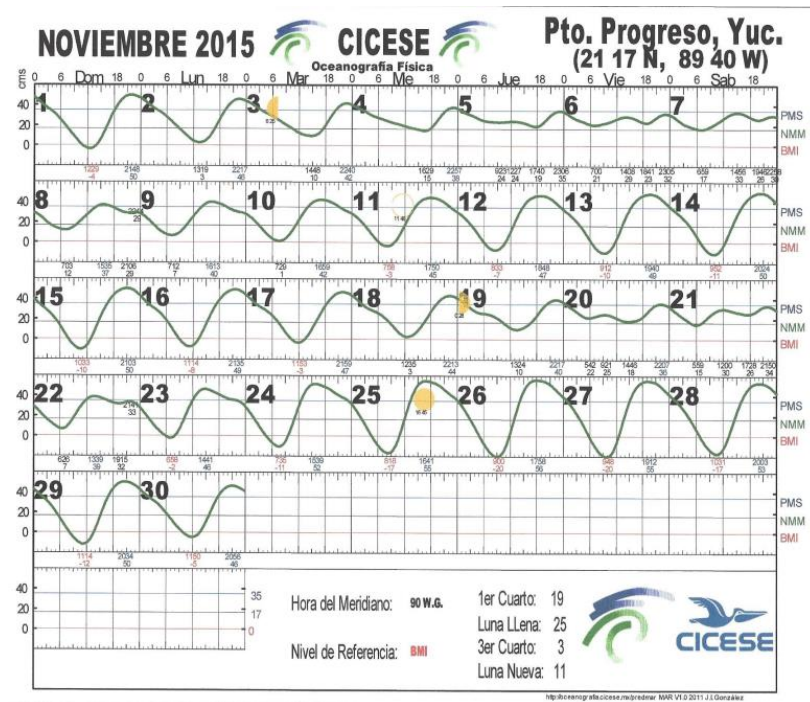
- A) **Levantamiento de información del sitio del proyecto.** Se llevó a cabo un levantamiento 7 de Octubre de 2015. Se utilizó teodolito, GPS (posicionadores satelitales) y equipo topográfico. Se realizó el levantamiento fotográfico y del perfil de la playa a lo largo de 200 metros de la costa y se tomaron medidas batimétricas del fondo marino en un área de 80 metros dividiendo esta distancia en 5 transectos, uno cada 20 metros y se recorrió toda el aérea de estudio para caracterizar el tipo de fondo marino.



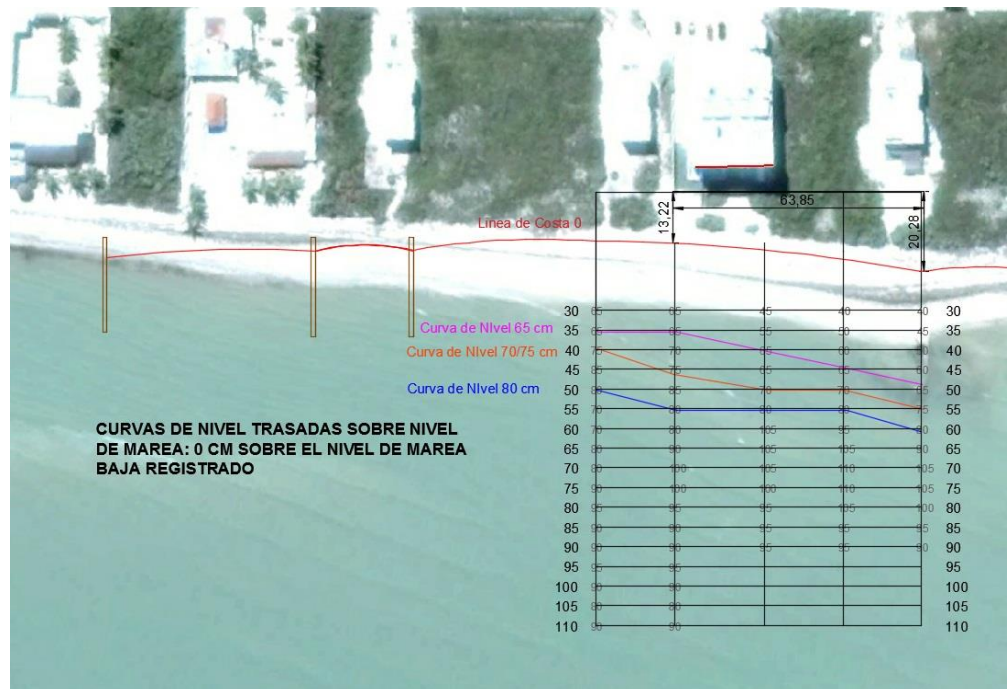
Se tomó en cuenta el nivel de marea a la hora del levantamiento y se descontó la diferencia al nivel de marea medio tomando en cuenta la tabla de mareas publicada por el CICESE

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



En cada transectos se tomo la profundidad cada 5 metros hasta llegar a 110 metros de distancia de la línea de costas arrojando los datos necesarios para determinar las curvas de nivel de fondo:



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

En el levantamiento fotográfico se puede observar con claridad la erosión de la playa y daños a la duna:



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

También se puede observar el efecto que están causando los espigones:



Comparando con la siguiente fotografía tomada el 24 de octubre, 17 días después de la primera. Se observa con claridad el daño de los espigones:



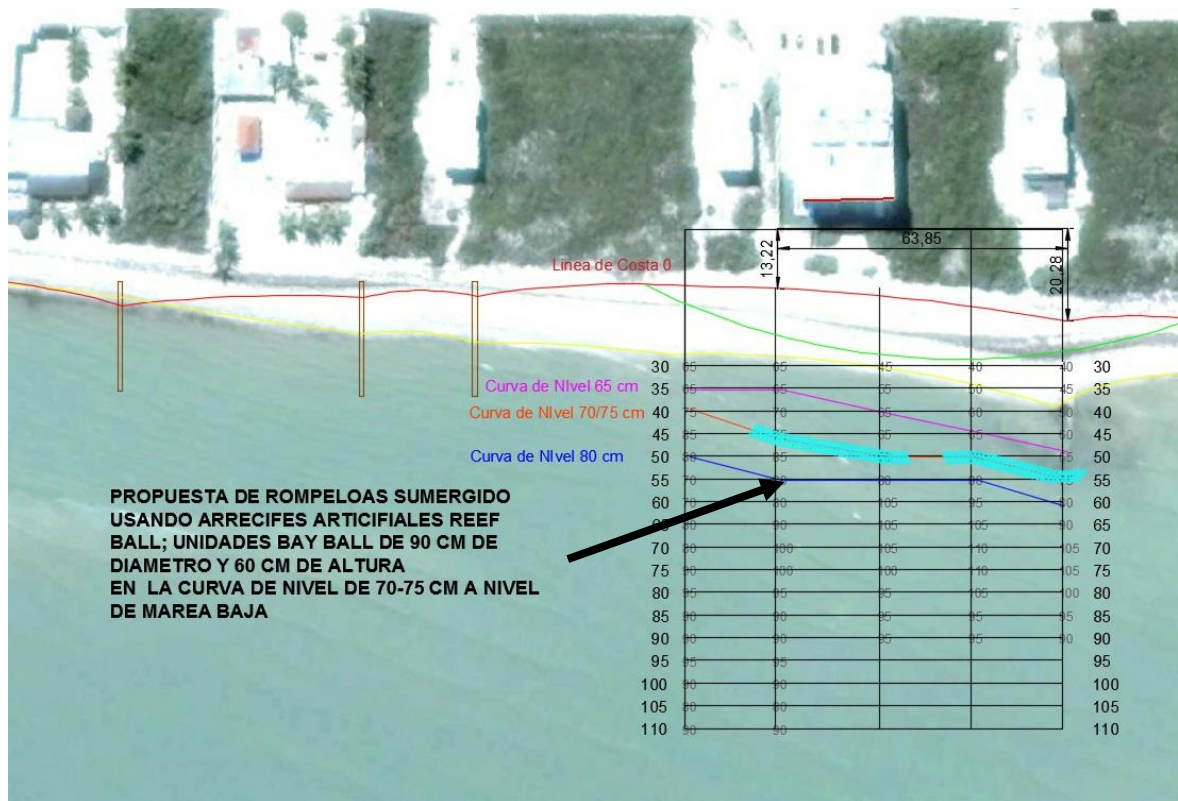
Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

En las fotos anteriores se observa con claridad el efecto negativo que causan en las playas adyacentes los espigones instalados. Y en la medición batimétrica se observa que las líneas de profundidad del fondo los bajos o dunas submarinas se han alejado de la playa confirmando que la modificación de la transportación natural de sedimentos por la instalación de los espigones ha dañado los bajos naturales allanándolos casi por completo e incrementando la profundidad del sitio.

Debido a esto el impacto de las olas ha sido mayor y la erosión de la playa se incrementó poniendo en grave riesgo las construcciones de la costa aledañas al sitio.

Se analizó la información obtenida encontrándose la línea de profundidad adecuada (-1.0a -1.2) para la instalación del arrecife a 35 metros aproximadamente de la línea de costa:

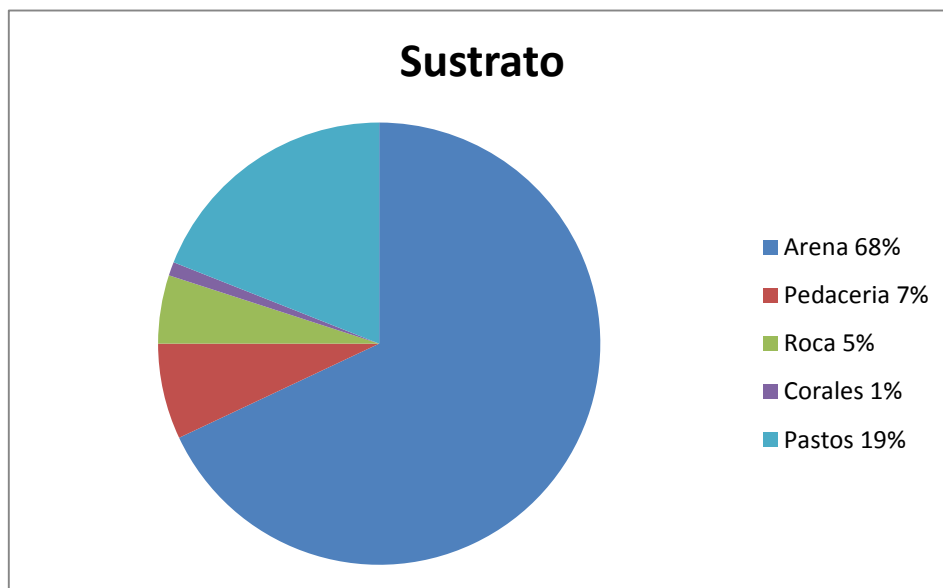


En resumen se pretende instalar 210 unidades Reef Ball para formar un rompeolas sumergido de 70 metros de largo por 3 metros de ancho, paralelo a la costa, a una distancia de 35 metros de la actual línea de costa a una profundidad de -1.0 a -1.2 metros

- B) **Tipo de sustrato del sitio del proyecto.** En los levantamientos realizados se pudo caracterizar el tipo de fondo del sitio del proyecto en su primera parte de rompeolas encontrándose solamente fondos de arena. En los sitios visitados y escogidos para la colocación de los módulos de fondo se encontró, arena, padecería, roca, corales como se observa en la grafica siguiente

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



- C) **Corrientes.** De acuerdo a la información obtenida y proporcionada por los consultores de costas las principales corrientes en el sitio que ocurren en la zona de aguas someras y en mar abierto, son corrientes fuertes de Este a Oeste. Estas corrientes viajan enfrente de la península de Yucatán en dirección Oeste hacia el Golfo de México. En pocas ocasiones la corriente local cercana a la línea de costa puede ser producida por los vientos y oleaje de Frentes Fríos (Nortes) que afectan la costa y pueden producir que la corriente viaje de Oeste a Este.



- D) **Oleajes y vientos.** El patrón dominante de oleaje y vientos del sitio proviene del Noreste la mayor parte del tiempo excepto cuando se presentan cambios de clima debidos a frentes fríos del norte o

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

sistemas de tormentas tropicales. El área del sitio está abierta al Norte expuesta a oleaje provocado por el viento del Noreste y oleaje proveniente de aguas profundas provocado por tormentas lejanas de la costa. Tormentas tropicales y huracanes producen los vientos más fuertes y los oleajes más grandes en el área. En los últimos años, después de los huracanes Gilberto e Isidoro se ha observado un incremento en el oleaje y su intensidad proveniente del norte y noreste lo cual ha provocado una más rápida erosión de las playas.

- E) **Transporte de litoral.** Se observa que el transporte natural de sedimentos en el litoral es de este hacia oeste. No se tienen desembocaduras de ríos cercanos ni fuentes de sedimentos que aporten materiales nuevos al sistema.

Se observó en el pasado, antes de los espigones un transporte de litoral natural, en equilibrio, estacional, paralelo a la costa, y que generalmente durante la primavera y el verano se acumulaba arena en la playa, pero que en otoño e invierno se llevaba la arena nuevamente y perdiéndose la playa ganada, pero se mantenía un equilibrio.

Después de los espigones, las condiciones del transporte de litoral cambiaron observándose que ante la disminución de los bajos de arena que se tenían, el oleaje ha incrementado su fuerza erosionando las playas, manteniendo la arena en suspensión y transportando la arena hacia el Oeste y hacia aguas más profundas.

- F) **Mareas.** Las mareas en la costa de la Península de Yucatán son semidiurno, con dos mareas altas y dos mareas bajas por día. De acuerdo a la tabla de predicción de mareas de la estación de Puerto Progreso se tiene que el rango de mareas es considerado pequeño, generalmente menor a 0.3 metros, con posibles rangos de hasta 0.5 metros. Mareas excepcionales pueden ocurrir durante tormentas tropicales y huracanes incrementando considerablemente el nivel del mar.

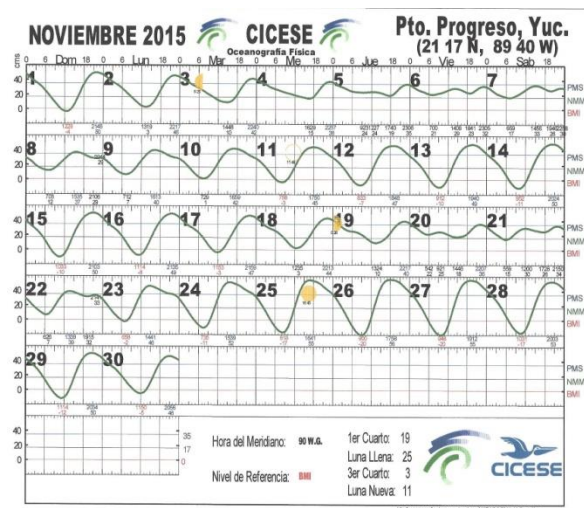


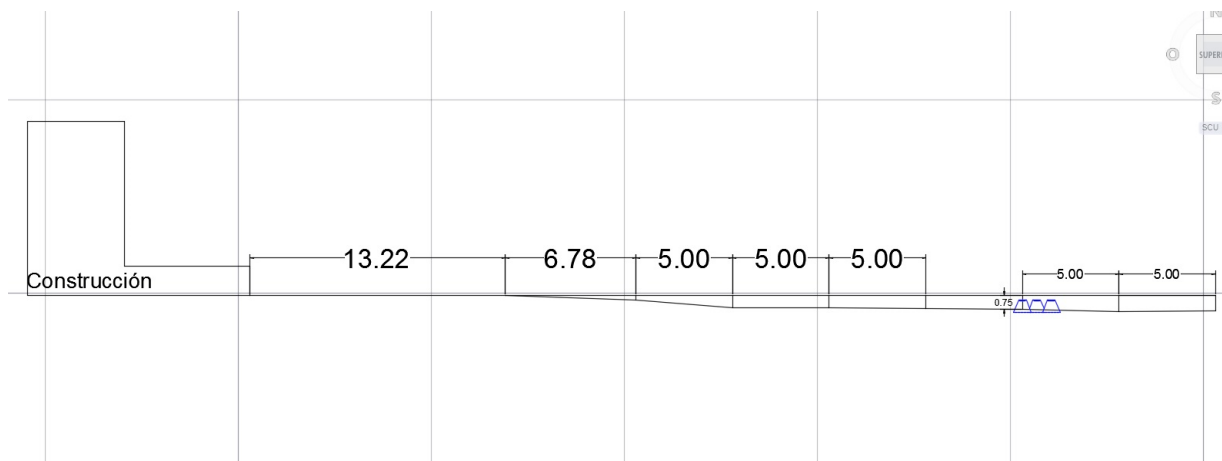
Tabla de predicción de mareas Puerto Progreso

- G) **Diseño del arrecife.** La ubicación del rompeolas sumergido pretende rehabilitar la barrera natural de bajos submarinos que se tenía antes de los espigones y que protegía la costa. Se pretende formar

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

una línea paralela de 70 metros de largo, interrumpida en medio por un traslape de 5 metros en dos secciones de 32.5 metros cada una. El ancho del rompeolas será de 3.0 metros aproximadamente y se formará con tres líneas de arrecifes Reef Ball.



El rompeolas sumergido se ubicará a una profundidad mínima de marea media de -1.0 a -1.2 dejando una columna de agua entre la cresta del arrecife y el nivel medio de marea de 10 a 30 centímetros.

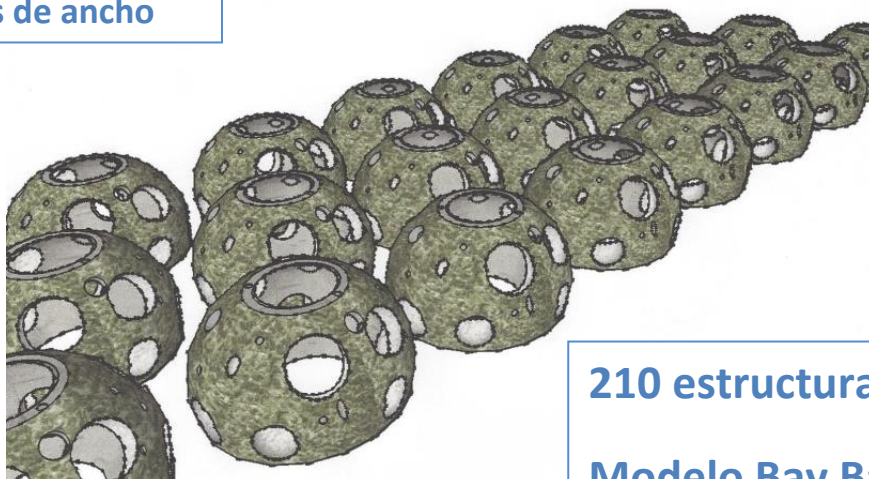
H) **Tipo y cantidades de materiales a utilizar en la construcción del arrecife.** Para la construcción del rompeolas sumergido se utilizarán 210 arrecifes artificiales Reef Ball modelo Bay Ball y para los 5 módulos de arrecifes de mar de fondo 100 arrecifes artificiales, 40 modelo Bay Ball y 60 Mini Bay

El tipo de estructuras que se colocarán para formar el rompeolas es el modelo Bay Ball y son 210 unidades, las cuales se colocaran formando tres líneas pegadas paralelas a la playa a una distancia de 35 metros aproximadamente:

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

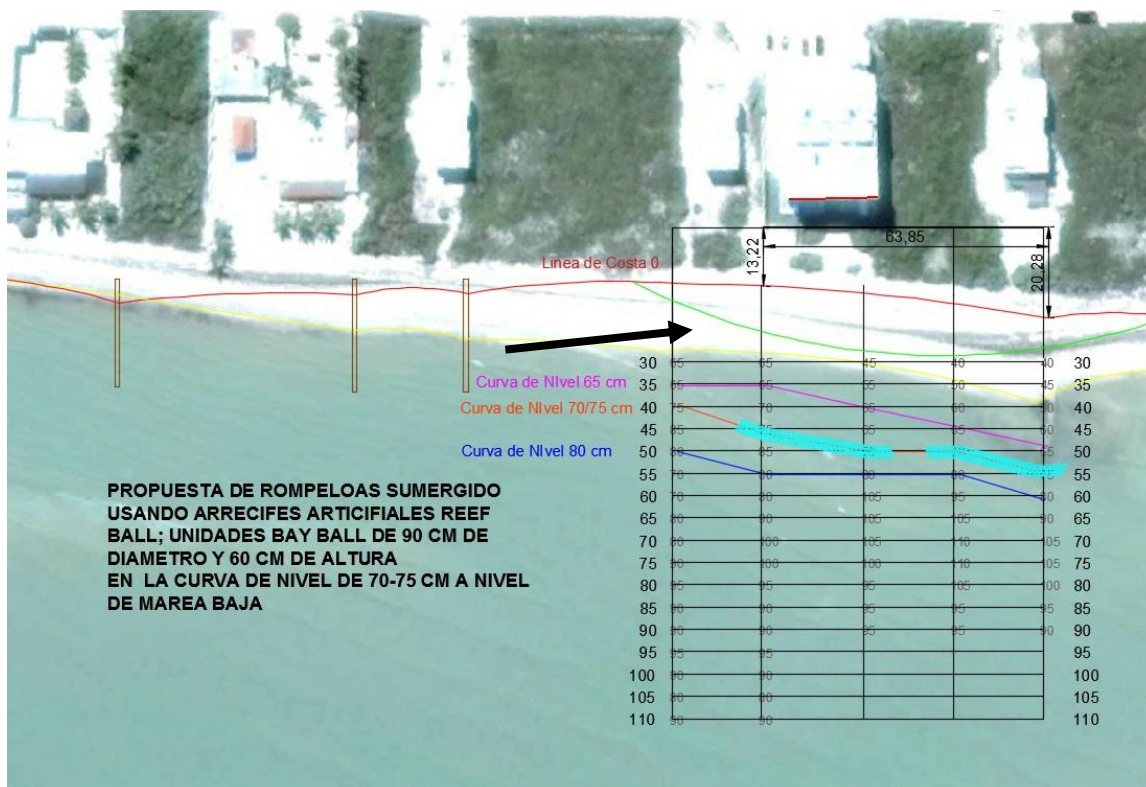
Rompeolas sumergido: 70 metros de largo por 3 metros de ancho



210 estructuras

Modelo Bay Ball

El rompeolas sumergido estará ubicado paralelo a la costa, a una distancia de 35 metros de la actual línea de costa a una profundidad de -1.0 a -1.2 metros.

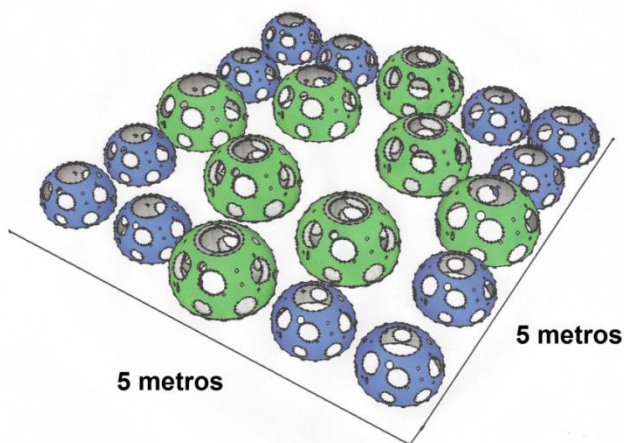


Para los 5 Módulos se utilizarán 20 arrecifes artificiales en cada uno, 8 del tipo Bay Ball y 12 del tipo Mini Bay Ball; siendo en total 100 arrecifes en los 5 módulos, (40 Bay Ball y 60 Mini Bay Ball)

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Módulo de 20 arrecifes Reef Ball para San Benito
12 Mini Bay, 8 Bay Ball



Las distancias de colocación de los módulos desde la playa serán, 2, 4, 6, 8 y 9 kilómetros.

El Largo del rompeolas será de 70 metros y el ancho de 3 metros. 210 metros cuadrados.

Cada módulo, de forma cuadrangular, tendrá un largo y ancho de 5 metros. 25 metros cuadrados cada uno.

Modelos que se utilizarán en el rompeolas sumergido (210) y en los módulos de rehabilitación (100), Total 310 arrecifes artificiales

Cantidad	Modelo	Base Metros	Altura metros	Peso kilogramos	Área m ²
250	Bay Ball	0.90	0.60	350	0.64
<u>60</u>	Mini Bay	0.76	0.50	120	0.45

310 total



Bay Ball



Mini Bay

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Los sistemas de arrecife artificial Reef Ball, son esferas huecas de concreto producidas para eventualmente ser llevadas y puestas en el fondo marino con el propósito de aumentar el hábitat para peces y corales; son fabricadas con concreto no dañinos al ambiente y diseñadas para imitar arrecifes naturales y durar más de 500 años. Los Reef Ball son económicos de instalar y han demostrado ser estables en tormentas tropicales y huracanes.

Las principales características de las estructuras son:

- Estructuras circulares huecas
- En forma de domo
- Con numerosos orificios de diferentes diámetros en su pared que ponen en comunicación su espacio interno con el exterior.
- Reef Ball especifica un control estricto de la calidad del concreto para la fabricación de sus elementos, cuyas características químicas y mecánicas se mejoran mediante la adición de aditivos probados y compatibles con el medio ambiente marino. Primeramente se agrega microsilica al concreto para que al ser colocado en el mar tenga el mismo pH del agua de mar. Luego se le agregan otros dos aditivos para incrementar la fuerza del concreto y para que se le formen burbujas en la superficie de los elementos para darle una textura rugosa con fin de facilitar el establecimiento de vida marina en la superficie de los elementos
- También se controla la resistencia mecánica de los elementos para asegurar su integridad al paso de los años. Los Reef Ball se fabrican para durar más de 500 años. La resistencia mecánica de diseño es una necesidad también para evitar desperdicio durante el desmolde y manejo de los Reef Ball para minimizar el número de elementos que se rompan durante la fabricación y manejo. Los elementos Reef Ball no llevan acero de refuerzo, sino que su resistencia se logra con los aditivos especiales que además le agregan resistencia a la abrasión.
- La resistencia especificada para el concreto de los Reef Ball es de 150 kgm/cm² para levantar los elementos de la base durante el colado y de hasta 250 kgm/cm² para su instalación. Esto asegura la longevidad de los elementos.
- Las medidas y especificaciones de los modelos a utilizar en Playa San Benito son:

Cantidad	Modelo	Base Metros	Altura metros	Peso kilogramos	Área m ²
250	Bay Ball	0.90	0.60	350	0.64
60	Mini Bay	0.76	0.50	120	0.45

- I) **Reactividad de los materiales con el agua de mar y con el sustrato.** La fórmula utilizada por la Fundación Reef Ball en la preparación del concreto para la fabricación de los arrecifes está diseñada para tener una resistencia a la compresión simple de 250 kilogramos por centímetro cuadrado y durar 500 años en el mar. Los materiales utilizados en la fabricación de los arrecifes Reef Ball son: grava y polvo de piedra caliza, cemento Puzolánico (tipo II) de uso marino, microsilica, agua. Todos los materiales son inertes y no dañinos al medio ambiente. No se utiliza ningún tipo de refuerzo metálico ni material que pueda corroerse o causar alguna reactividad con el agua del mar. La microsilica actúa como un endurecedor y reduce el pH del concreto a 8.6 igualándolo al pH del agua del mar.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.2.2. Descripción de obras y actividades principales del proyecto. Las principales obras o etapas y actividades del proyecto son:

A) Fabricación de los arrecifes artificiales. Se realiza en la Planta de Cemex Concretos ubicada en la Ciudad de Mérida, Yucatán, la cual cuenta con la certificación ISO 9000 y con laboratorio certificado para el control de calidad de sus productos. Las principales actividades de esta etapa son:

- Preparación de moldes.
- Preparación de la mezcla de concreto.
- Muestreo del concreto para pruebas de laboratorio.
- Vaciado del concreto en los moldes.
- Desmoldado
- Texturizado de los arrecifes artificiales
- Curado de los arrecifes artificiales
- Inspección y pruebas de calidad de cada arrecife.

B) Transportación de los arrecifes artificiales

- Transportación terrestre desde la fábrica hasta San Benito.

C) Instalación de los arrecifes artificiales en el fondo del mar.

- Flotado y colocación de cada unidad para formar el rompeolas sumergido.
- Anclado de cada unidad al fondo marino
- Transporte marítimo en lanchas de cada unidad para formar los módulos de arrecifes de mar adentro
- Hundimiento controlado de las unidades con boyas de flotación y colocación en el fondo marino.

D) Monitoreo de los arrecifes artificiales y del desempeño del rompeolas sumergido.

- Levantamiento batimétrico del sitio del rompeolas
- monitoreo del desempeño y colonización de los arrecifes artificiales en los módulos de fondo.
- Preparación y presentación de informes a las autoridades
- Evaluación de resultados y en su caso implementación de las medidas de mitigación requeridas

E) Operación de los arrecifes artificiales.

- Disminución de la energía del oleaje
- Protección costera
- Rehabilitación de la playa
- Colonización de especies de la zona
- Encuentro, apareamiento, reproducción y crianza de juveniles de especies de la zona.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas. Se desmantelaran los 3 espigones instalados al este del sitio del proyecto y retiraran los residuos (palos y sacos de arena) enviándolos a basureros autorizados para su tratamiento final.



II.2.4. Ubicación y dimensiones del proyecto. El proyecto se ubicará enfrente de la zona costera de San Benito Kilómetro 24 de la carretera costera Progreso- Telchac Puerto:



En las coordenadas geográficas: **Latitud 21° 19' 28.79"** **Longitud 89° 26' 12.33"**

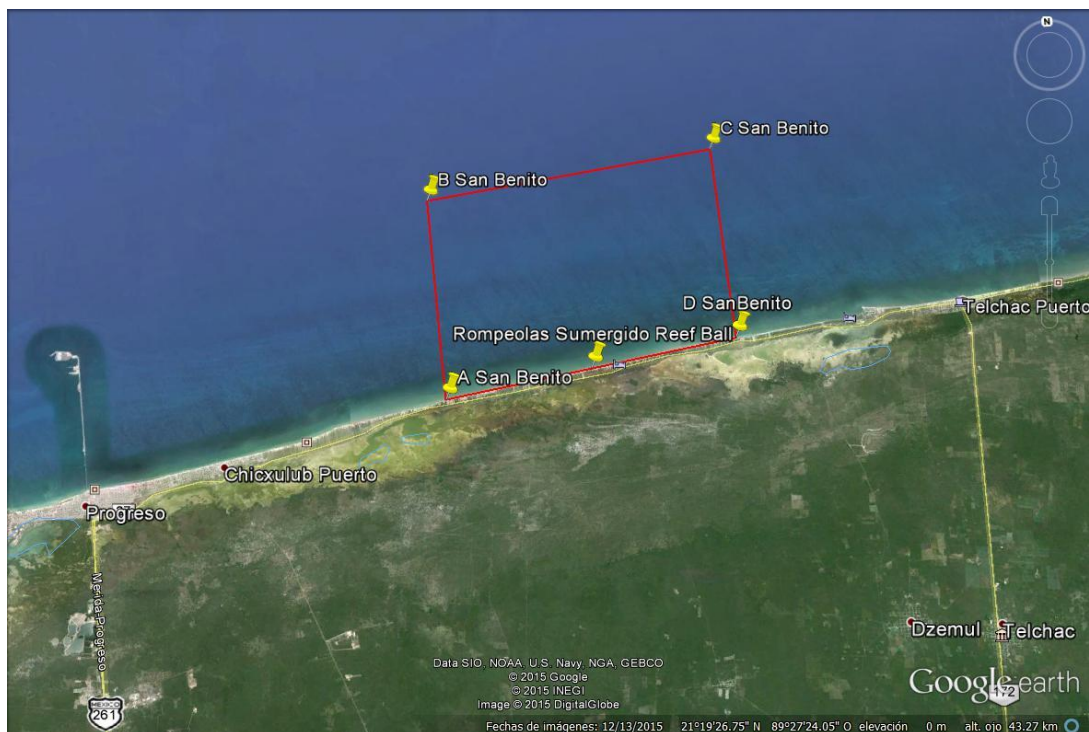
Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

La Superficie total que ocupará el rompeolas sumergido es de: 210 metros cuadrados (70 metros de largo por 3 de ancho)

La superficie total de los cinco módulos de arrecifes para rehabilitación de ecosistemas marinos es de 25 metros cuadrados cada uno (5 metros de largo por 5 de ancho), total 125 metros cuadrados

Dentro de un área total de 140 kilómetros cuadrados, teniendo de 14 kilómetros de largo paralelo a la costa por 10 kilómetros de ancho hacia el norte o mar adentro se instalarán los cinco módulos de arrecifes para crear zonas de anidación y crecimiento de juveniles:



Esta área está delimitada por los puntos geográficos siguientes:

A	21° 18' 56.06" N	89° 30' 13.29" O
B	21° 24' 20.88" N	89° 30' 28.92" O
C	21° 25' 16.74" N	89° 22' 15.13" O
D	21° 20' 01.34" N	89° 22' 09.56" O

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Los 5 módulos de arrecifes de fondo tendrán la siguiente ubicación:



Con las siguientes coordenadas geográficas:

Módulo 2 Kilómetros: 21° 20'13.07" N	89° 29'11.87" O
Módulo 4 Kilómetros: 21° 21'19.83" N	89° 28'38.23" O
Módulo 6 Kilómetros: 21° 22'37.96" N	89° 26'28.69" O
Módulo 8 Kilómetros: 21° 23'53.63" N	89° 24'51.16" O
Módulo 9 Kilómetros: 21° 24'47.17" N	89° 23'22.23" O

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.3. Descripción de las obras y actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto.

Etapas

A) Fabricación de los arrecifes artificiales.

Actividades	Descripción
• Preparación de moldes:	Se ensamblan los moldes con sus componentes a las bases y se inflan los componentes internos.
• Preparación de la mezcla de concreto:	Se dosifican y vierten los materiales en el camión Mezclador.
• Muestreo del concreto para el laboratorio:	Se toman muestras de cada camión para pruebas de Calidad
• Vaciado del concreto en los moldes:	Se vierte el concreto dentro de los moldes.
• Desmoldado:	Después del fraguado del concreto se desinflan los Componentes internos y se desmolda el arrecife
• Texturizado de los arrecifes artificiales:	Se lava a presión la superficie del arrecife para texturizarlo
• Curado de los arrecifes artificiales:	Se traslada al patio de secado, se cubre y mantiene húmedo por tres días
• Inspección y pruebas de calidad de cada arrecife:	Se revisa la estructura del arrecife y se prueba su resistencia al manejo y carga.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

B) Transportación de los arrecifes artificiales: Descripción.

- **Transportación terrestre** desde la fábrica hasta San Benito: Se cargan tracto camiones autorizados para el servicio público federal mediante una grúa articulada acomodando los arrecifes para optimizar el espacio de carga. Se amarran y aseguran las estructuras y se documenta la carga anotando número y peso total de las unidades. Se descargan los tractos camiones en un área destinada para recibirlos en San Benito mediante una grúa articulada.



Las estructuras serán ubicadas temporalmente en el estacionamiento de los propietarios, ocupando un área de 50 metros cuadrados (5 por 10 metros). Se pretende que las entregas de arrecifes tengan un máximo de tiempo de 2 días y se realice simultáneamente la colocación de las mismas en el mar. La duración del proceso de transportación-entrega-instalación en el mar será de hasta dos meses como máximo, dependiendo de las condiciones meteorológicas.



- **Transportación marítima** desde la Playa hasta el sitio de instalación de los módulos acuícolas, segunda parte del proyecto: Se carga el barco acomodando la carga y distribuyendo el peso para

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

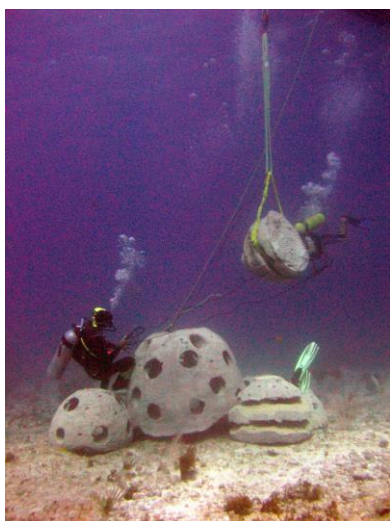
Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

mejor flotación y navegación segura. Se preparan los arrecifes con boyas de flotación y amarres de arrastre. Se descarga del barco con su propia grúa integrada directamente al mar y se aseguran los arrecifes a la embarcación de arrastre y colocación.



C) Instalación de los arrecifes artificiales en el fondo del mar. Descripción.

- Flotado y colocación de cada unidad para formar el rompeolas sumergido. Se flotan las unidades y se posicionan lo más cerca posible del sitio definitivo de hundimiento de cada unidad. Entregándole a los instaladores la unidad para su hundimiento y colocación en el sitio preciso para formar las líneas que integran el rompeolas sumergido.
- Anclado de cada unidad al fondo marino. Se colocan dos anclas de acero por cada unidad atravesando los agujeros preparados para ello hincándolas con mazo en el fondo marino hasta un metro de profundidad en la arena.
- Para el hundimiento de los arrecifes en los módulos acuícolas se utilizan boyas de flotación controlando por los buzos la colocación en el lugar preciso elegido del fondo marino, cuidando de no instalarlo sobre ninguna formación natural de corales o esponjas.



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

D) Monitoreo de los arrecifes artificiales y del desempeño del rompeolas sumergido: Descripción.

- Levantamiento batimétrico del sitio: Se realiza un nuevo levantamiento batimétrico cada seis meses comparando la evolución de la rehabilitación de las playas y estimando el avance o retroceso de la erosión.
- Monitoreo del desempeño y colonización de los arrecifes artificiales: Se toman fotografías y videos de los arrecifes para contar y clasificar las especies que colonizan las unidades.
- Preparación y presentación de informes a las autoridades. Se analiza la información obtenida en los monitoreos anteriores y se edita un informe con recomendaciones que se presenta a consideración de las autoridades
- Evaluación de resultados y en su caso implementación de las medidas de mitigación requeridas: En caso de ser necesario y en acuerdo con las autoridades se llevarán a cabo las medidas de mitigación que sean necesarias ante cualquier impacto ambiental negativo.

E) Operación de los Arrecifes Artificiales

- Disminución de la energía del oleaje
- Protección costera
- Rehabilitación de la playa

II.3.1. Programa general de trabajo.

Etapas/Semestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fabricación	xxx									
Transportación	xx	x		x		x		x		x
Instalación	x	x		x		x		x		x
Monitoreo		x		x		x		x		x

II.3.2. Selección del sitio. El sitio del proyecto, debido a las características y objetivos del mismo está determinado por la necesidad de restauración de la playa erosionada elegida por el promovente. La ubicación precisa del rompeolas sumergido está determinada en base las técnicas de ingeniería y cálculos aplicables tomando en cuenta la profundidad que se tiene en el sitio y la altura de los arrecifes artificiales.

II.3.3. Estudios de campo. Los realizados en los levantamiento previos.

II.3.4. Situación legal del predio y tipo de propiedad. El predio del sitio del proyecto es zona federal marítima.

II.3.5. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias. El uso del suelo en el sitio del proyecto es de uso general y el de sus colindancias son propiedades privadas para casa habitación.

II.3.6. Urbanización del área. Playa San Benito es una zona urbanizada que cuenta con accesos y servicio de energía eléctrica.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

II.3.7. Área natural protegida. El sitio del proyecto no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas.

II.3.8. Políticas de crecimiento a futuro. No se tienen políticas de crecimiento a futuro.

II.3.9. Preparación del sitio y construcción.

II.3.9.1 Preparación del sitio. Antes de comenzar la etapa de instalación de los arrecifes artificiales se realizará un último levantamiento para determinar con precisión la ubicación del rompeolas sumergido.

II.3.9.2. Construcción. La construcción del rompeolas sumergido, descrita anteriormente, consiste en el hundimiento, colocación y anclado de cada una de las unidades Reef Ball para formar las tres líneas que integran el rompeolas sumergido.

II.3.9.3. Operación y mantenimiento. Una vez instalados los arrecifes, no se contempla llevar a cabo ningún tipo de acción adicional ni se requiere de ningún tipo de mantenimiento. La operación de los arrecifes del rompeolas será la de disminuir la energía del oleaje y recuperar la playa perdida.

II.3.9.4. Abandono del sitio. Una vez terminado el proyecto y en base a los monitoreos, informes y resultados obtenidos se determinará el abandono del sitio

II.4. Requerimiento de personal e insumos

II.4.1. Personal. Para la etapa de fabricación se cuenta con el personal calificado de CEMEX Concretos para la elaboración de la mezcla de concreto y las pruebas de calidad en el laboratorio. Para la fabricación y transportación se cuenta con el personal calificado de COMSOLIDA, S.A. DE C., contratista con licencia de la Fundación Reef Ball en México y con los choferes y operadores de los tracto camiones y grúas contratadas, con más de 10,000 arrecifes artificiales Reef Ball de experiencia en México. Para la transportación marítima se cuenta con lanchas y la tripulación que ha participado anteriormente en la colocación de arrecifes artificiales Reef Ball en Yucatán y para los Parques nacionales de Cancún y de Cozumel en proyectos instalados en Quintana Roo. Para la Instalación de los arrecifes en el fondo marino se cuenta con los buzos certificados y personal de la contratista con licencia de la Fundación Reef Ball en México que ya han colocado los arrecifes antes mencionados.

II.4.2. Insumos.

II.4.2.1. Recursos naturales renovables. Se utilizarán materiales para la preparación de la mezcla de concreto.

II.4.2.2. Energía y combustibles. Se requieren los combustibles y energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los tracto camiones, grúas y embarcaciones

II.4.2.3. Maquinaria y equipo. Dosificadora de concreto, camiones mezcladores de concreto, compresor de aire, hidrolavadora, montacargas, grúas, tracto camiones, embarcación de carga equipada con grúa y polipasto, embarcación de arrastre, unidad de poder y taladro hidráulico de uso marino, herramienta de mano.

II.5. Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones. El proyecto no se generará residuos ni descargas ni emisiones contaminantes de ningún tipo.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 Información sectorial

Los proyectos de arrecifes artificiales se clasifican en el Sector Pesquero en la medida que estos tengan la meta principal de generar zonas de fijación y reproducción de las especies.

En el caso de la utilización de arrecifes artificiales para la formación de un rompeolas se clasifica en el Sector Turístico como una actividad de restitución de playas ya que está enfocado a la protección de la costa en contra de la erosión de playas y de los daños patrimoniales que provoca en las viviendas e infraestructura colindantes.

El rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball propuesto en este proyecto no pretende ni debe ser generalizado como una solución para todos los casos de erosión. Es un proyecto puntual y marginal diseñado para Playa San Benito que tiene la ventaja de ser ambientalmente propositivo y en caso de ser necesario fácilmente removible.

En el sitio del rompeolas del proyecto las tendencias generales de desarrollo de la zona están enfocadas al de vivienda unifamiliar y al desarrollo suburbano inmobiliario teniendo estas actividades importancia en el ámbito local, estatal y nacional. Es tal la importancia de estas actividades que los tres niveles de gobierno han sumado sus esfuerzos para llevar a cabo proyectos de restauración de playas.

III.2 Análisis de los instrumentos jurídico-normativos

El proyecto es compatible con los programas de planeación de la zona en donde se ubica. No pretende realizar ningún aprovechamiento ni beneficio comercial. Tiene los objetivos de rehabilitar ecosistemas marinos, proteger la costa y defender las propiedades en contra de los daños causados por la erosión e invasión de aguas.

El proyecto no se ubica dentro de ninguna área natural protegida ni afecta ninguna zona prioritaria de conservación de la biodiversidad.

Los instrumentos normativos que regulan este tipo de proyecto son de manera enunciativa:

- 1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- 2.- LGEEPA: Sobre la evaluación de impacto ambiental.
- 3.- Reglamento de la LGEEPA: sobre obras y actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones (Artículo 5).
- 4.- Ley de Aguas Nacionales. Enunciadas en el párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- 5.- Ley Federal del Mar.
- 6.- Ley Federal de Turismo.
- 7.- Ley de Pesca.
- 8.- Programa de Ordenamiento Ecológico, Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Vinculación del proyecto con las leyes, reglamentos, normas y Programas de Ordenamientos aplicables al sitio donde se va a realizar el proyecto:

1.- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS:

Artículo 4. “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.” (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de febrero de 2012)

“Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo.” (Adicionado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1983. N. de E. La publicación del decreto dice que es reforma)

Vinculación: Este proyecto tiene como principal finalidad promover un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas que tienen sus casas en la zona del proyecto así como de protegerlas del daño que les ocasiona la erosión de las playas.

2.- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

TÍTULO PRIMERO: Disposiciones Generales. Capítulo I: Normas Preliminares.

Artículo. 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

Vinculación: El proyecto pretende preservar, restaurar y aprovechar los recursos naturales a través de la creación de arrecifes artificiales que permitan la recuperación de la diversidad marina, incluyendo especies de importancia económica, así como la rehabilitación del paisaje.

Fracción VII. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

Vinculación: Este proyecto de recuperación de playas y restauración submarina es una iniciativa promovida y patrocinada por particulares, la cual debe ser garantizada y alentada por las autoridades.

ARTÍCULO 11.- La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos e coordinación, con el objeto de que los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados, con la participación, en su caso, de sus Municipios, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:

Fracción III. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, con excepción de las obras o actividades siguientes:

Letra h) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales,

Vinculación: Este proyecto debe ser evaluado y en su caso autorizado para su ejecución.

Sección V: Evaluación de Impacto Ambiental. Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Párrafo reformado DOF 23-02-2005

Fracción X: Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

Vinculación: Este proyecto requiere de autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo 30: Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación: Este proyecto debe presentar una Manifestación de Impacto Ambiental. Las estructuras Reef Ball para la creación de arrecifes artificiales, serán colocadas en la zona marina, para lo cual es necesario realizar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental a fin de obtener las autorizaciones pertinentes y poder desarrollarlo bajo los parámetros legales.

En dicho documento, se establecen los posibles efectos positivos y negativos que pudieren ser generados al ecosistema marino durante el desarrollo del proyecto, así como las medidas preventivas y los estudios realizados por biólogos marinos especializados.

Artículo 35: Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;

II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:

a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;

b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o

c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promovente, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Vinculación: Este proyecto es factible de ser aprobado porque No contraviene lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;

Las obras y actividades de este proyecto no van a propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción ni afectarán a una de dichas especies,

Podemos afirmar y asegurar que No existe falsedad en la información proporcionada por los promovente, respecto de los impactos ambientales de las obras o actividades de este proyecto, basándonos en la experiencia que se ha tenido en

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

proyectos de arrecifes artificiales Reef Ball similares, autorizados y ejecutados con éxito por el promovente, representante con licencia en México desde hace 16 años de la Fundación Reef Ball

Sección VII: Autorregulación y Auditorías Ambientales. Artículo 38.

Vinculación: El diseño y los componentes con los que están fabricadas las estructuras Reef Ball, facilitan que con el tiempo sean colonizadas por organismos marinos, al propiciar espacios de refugio y reproducción a diversas especies, incluyendo especies con alto valor comercial, enriqueciendo así no solo el hábitat marino sino la belleza paisajística del lugar.

A su vez, se establece un programa de monitoreo por un periodo de dos años posteriores a la instalación de las estructuras, a fin de realizar un seguimiento y evaluación al cumplimiento de los objetivos.

Sección VIII: Investigación y educación Ecológica. Artículo 39.

Vinculación: Teniendo en cuenta que en las zonas costeras de Yucatán no es tan común la presencia de arrecifes naturales, la creación de un arrecife artificial, se convierte en una excelente oportunidad para promover la investigación científica sobre arrecifes, así como la generación de proyectos de educación ambiental y divulgación sobre los mismos.

TÍTULO SEGUNDO: Biodiversidad.

Capítulo III: Flora y Fauna Silvestre. Artículo 79. Fracciones I, II y III y V.

Vinculación: Las estructuras Reef Ball serán colocadas y operadas siguiendo los procedimientos establecidos para dichos procesos, por lo cual se garantiza que no se afectará la flora y fauna del lugar durante su manejo, por el contrario, las estructuras promoverán el aumento y conservación de la biodiversidad, ya que éstas serán colocadas en lugares de baja biodiversidad.

TÍTULO TERCERO: Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales. Capítulo I.

Aprovechamiento Sustentable del Agua y Ecosistemas Acuáticos. Artículo 88. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: *Párrafo reformado DOF 13-12-1996*

Fracción I. Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;

Fracción II. El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;

Fracción reformada DOF 13-12-1996

Vinculación: Los componentes con los que están fabricadas las estructuras Reef Ball están diseñados para no afectar el ambiente, al no alterar la calidad del agua ni el equilibrio ecológico del lugar donde serán vertidas las estructuras.

Título Cuarto: Protección al Ambiente. Capítulo II: Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Artículo 110. Fracción II.

Vinculación: Las emisiones atmosféricas se producirán únicamente durante la transportación de las estructuras, sin embargo, se cumplirá con los requisitos y procedimientos autorizados para el transporte público y la contaminación atmosférica será mínima y de bajo impacto.

Capítulo III: Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos. Artículo 117. Fracción I.

Vinculación: No se verterán a las aguas nacionales descargas de aguas residuales, ni ningún tipo de sustancia tóxica ni peligrosa. Reef Ball Organización especifica un control estricto de la calidad del concreto hidráulico para la fabricación de sus elementos, cuyas características químicas y mecánicas se mejoran mediante la adición de aditivos probados y compatibles con el medio ambiente marino, por lo tanto, las estructuras no poseen componentes tóxicos que puedan contaminar el agua y los ecosistemas acuáticos.

3.- Reglamento de la LGEEPA:

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Capítulo I. Disposiciones Generales.

Capítulo II: De las Obras o Actividades que Requieren Autorización en Materia de Impacto Ambiental y de las Excepciones.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) HIDRÁULICAS: III Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;
Vinculación: Una parte de este proyecto es un rompeolas sumergido y de acuerdo a este inciso requiere autorización en materia de impacto ambiental.

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros,...

Vinculación: De acuerdo a este inciso, este proyecto en sus dos partes, como obra de restitución de playas y como arrecifes artificiales requieren autorización en materia de impacto ambiental.

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas,..
Vinculación: Por su ubicación en Zona Federal, este proyecto requiere de autorización en materia de impacto ambiental.

U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS: Inciso IV. Construcción o instalación de arrecifes artificiales u otros medios de modificación del hábitat para la atracción y proliferación de la vida acuática.

Vinculación: Este proyecto de arrecifes artificiales requiere autorización en materia de impacto ambiental.

4.- LEY DE AGUAS NACIONALES (Publicado en D.O.F. 1 de fecha de diciembre de 1992)

TÍTULO PRIMERO: Disposiciones Preliminares. Capítulo Único.

Vinculación: Reef Ball Foundation ha realizado estudios en los cuales se demuestra que las estructuras son inertes y no generan cambios en la composición química del agua ni desprenden sustancias tóxicas que signifiquen un riesgo para el ecosistema.

5.- LEY FEDERAL DEL MAR

TÍTULO PRIMERO: Disposiciones Generales. Capítulo II: De los Recursos y del Aprovechamiento del Mar.

Artículo 18.

Vinculación: A pesar de que uno de los objetivos de la creación de arrecifes artificiales es aumentar los recursos pesqueros, este aprovechamiento no se llevará a cabo. El mismo, será regulado en su momento, teniendo en cuenta los lineamientos y permisos de las autoridades competentes.

Capítulo IV: de la Protección y Preservación del Medio Marino y de la Investigación Científica Marina.

Vinculación: Los métodos empleados para evaluar la zona marina donde serán vertidas las estructuras se basaron en la realización y análisis de videos, fotografías y censo visual de ictiofauna, por lo cual no fue necesario extraer ningún tipo de material.

6.- LEY FEDERAL DE TURISMO

TÍTULO PRIMERO: Disposiciones Generales. Capítulo Único. Artículo 2. Fracciones I a X.

Vinculación: La creación de arrecifes artificiales en zonas de poca belleza paisajística, es una excelente oportunidad para generar actividades de ecoturismo especialmente en lo referente a actividades de buceo, esnorqueleo y pesca

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

deportiva. Así mismo el aumento de turismo en la región aumentará los ingresos de varios sectores de la población por concepto de hospedaje, alimentación, servicios de de lanchas, entre otros.

7.- LEY DE PESCA (Publicado en el D.O.F. de fecha 25 de junio de 1992) ¹

Capítulo I: Disposiciones Generales. Artículo 1. Artículo 3. Fracción V y VI

Vinculación: Una vez colonizadas las estructuras, se establecerán las zonas para pesca sustentable y deportiva, respetando las normas establecidas para cada tipo de pesca. Por otro lado, las especies que se encuentren en alguna de las categorías de conservación no se verán afectadas durante el manejo de las estructuras, por el contrario, se pretende que las estructuras rehabiliten el hábitat marino, proporcionando entre otros, refugio y sitios de reproducción para dichas especies.

8.- Programa de Ordenamiento Ecológico, Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)

ACUERDO POR EL QUE SE EXPIDE LA PARTE MARINA DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE Y SE DA A CONOCER LA PARTE REGIONAL DEL PROPIO PROGRAMA

Artículo Primero.- Se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.

Artículo Segundo.- Se da a conocer la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.

Artículo Tercero.- Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Vinculación: El sitio del proyecto se encuentra dentro del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) # 171. Ver ficha en la siguiente página. Siendo una UGA Marina, de competencia federal, sujeta a Acciones Generales y Acciones específicas.

Acciones Generales:

G060 Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.

Vinculación: No se encontró vegetación acuática en el sitio del rompeolas sumergido. La selección de sitios para los 5 módulos de arrecifes se eligió ubicaciones sin vegetación acuática, ni formaciones de corales.

G061 La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.

Vinculación: Los Arrecifes Artificiales Reef Ball y sus procesos de instalación no contaminarán de ninguna forma el ambiente marino.

¹ Incluye reformas publicadas en los D.O.F. del 30 de noviembre de 2000 y 8 de enero de 2001

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Tipo de UGA	Marina
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal
Municipio:	
Estado:	
Población:	0 Habitantes
Superficie:	1,030,788.317 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Canal de Yucatán
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas
Puerto Turístico	
Puerto Comercial	
Puerto Pesquero	
Nota:	La Acción A049, aplica en la línea de costa para permitir la delimitación en su porción marina de los recintos portuarios de los puertos de Yucatán

Mapa

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	APLICA	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	A-031	NA	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	APLICA	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	NA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	NA	A-046	APLICA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Acciones Específicas: (aplicables a la UGA #171)

A007 Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.

Vinculación: Con la instalación de arrecifes en este proyecto se promueve la restauración de ecosistemas naturales

A013 Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.

Vinculación: No se introducirán ninguna especie invasora en este proyecto.

A016, A018, A022, A025: No aplican para este proyecto

A029 Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.

Vinculación: El diseño del rompeolas sumergido, paralelo a la línea de costa promueve la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes. Su función es la de reducir la energía del oleaje, control de erosión y eventualmente recuperar la playa perdida.

Los 5 Módulos ubicados mar adentro, en aguas más profundas de ninguna manera afectaran la costa y las corrientes.

A033, A034, A040, A041, A042, A044, A045, A046, A047, A048, A49 No aplican en este proyecto.

A071 Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.

Vinculación: Desde hace 14 años en México, proyectos de este tipo de instalación de arrecifes artificiales Reef Ball se han promovido y llevado a cabo por instituciones académicas, el gobierno federal, (CONAPESCA), por gobiernos estatales y parques nacionales con el fin definido en esta Acción Específica.

A073, A074 No aplican para este proyecto.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

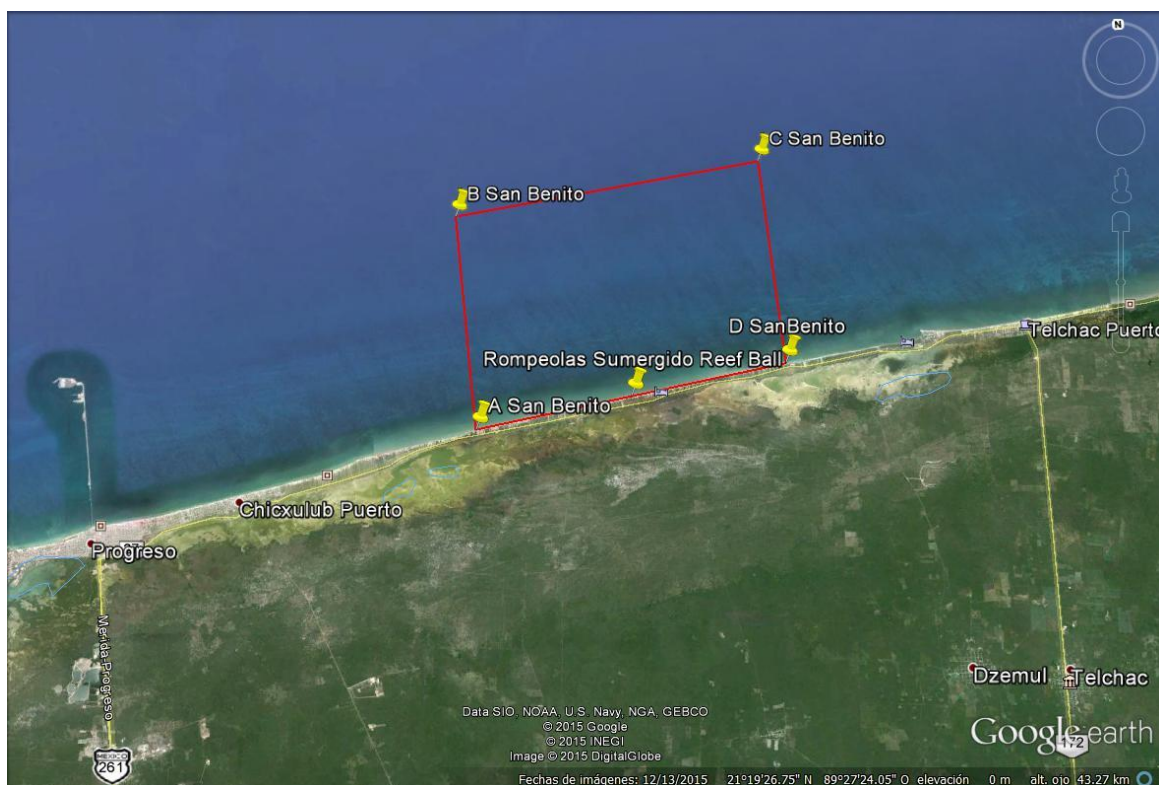
Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 Delimitación del área de estudio

Delimitación del sistema ambiental del proyecto y su área de influencia. El sistema ambiental del proyecto y su área de influencia están delimitados por un polígono de 140 kilómetros cuadrados, teniendo 14 kilómetros de largo paralelo a la costa por 10 kilómetros de ancho mar adentro enfrente de Playa San Benito, Municipio de Dzemul, Yucatán, Kilómetro 24 de la carretera costera de Progreso a Telchac Puerto, delimitado por los 4 puntos siguientes:

A	21° 18'56.06" N	89° 30'13.29" O
B	21° 24'20.88" N	89° 30'28.92" O
C	21° 25'16.74" N	89° 22'15.13" O
D	21° 20'01.34" N	89° 22'09.56" O



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Caracterización del sistema ambiental del proyecto.

Debido a que el proyecto tiene dos partes, cada una con objetivos, características, y resultados esperados diferentes, la caracterización del sistema ambiental se realizó de acuerdo a las necesidades de información específica que consideramos importantes para cada una:

Para la primera parte del proyecto, el rompeolas sumergido integrado con 210 arrecifes artificiales Reef Ball modelo Bay Ball colocados formando una línea paralela a la playa a una distancia aproximada de entre 35 y 40 metros y a una profundidad de -1.0 a -1.2 metros de profundidad a Nivel de Marea Baja (NMB).

El Rompeolas sumergido se ubicará enfrente de la zona costera de San Benito Kilómetro 24 de la carretera costera Progreso- Telchac Puerto en las coordenadas geográficas:

Latitud 21° 19'28.79" Longitud 89° 26'12.33"

Levantamiento de información del sitio del proyecto. Se llevó a cabo un levantamiento 7 de Octubre de 2015. Se utilizó teodolito, GPS (posicionadores satelitales) y equipo topográfico. Se llevó a cabo un levantamiento 7 de Octubre de 2015. Se utilizó teodolito, GPS (posicionadores satelitales) y equipo topográfico. Se realizó el levantamiento fotográfico y del perfil de la playa a lo largo de 200 metros de la costa y se tomaron medidas batimétricas del fondo marino en un área de 80 metros dividiendo esta distancia en 5 transectos, uno cada 20 metros y **se recorrió toda la aérea de estudio para caracterizar el tipo de fondo marino.**

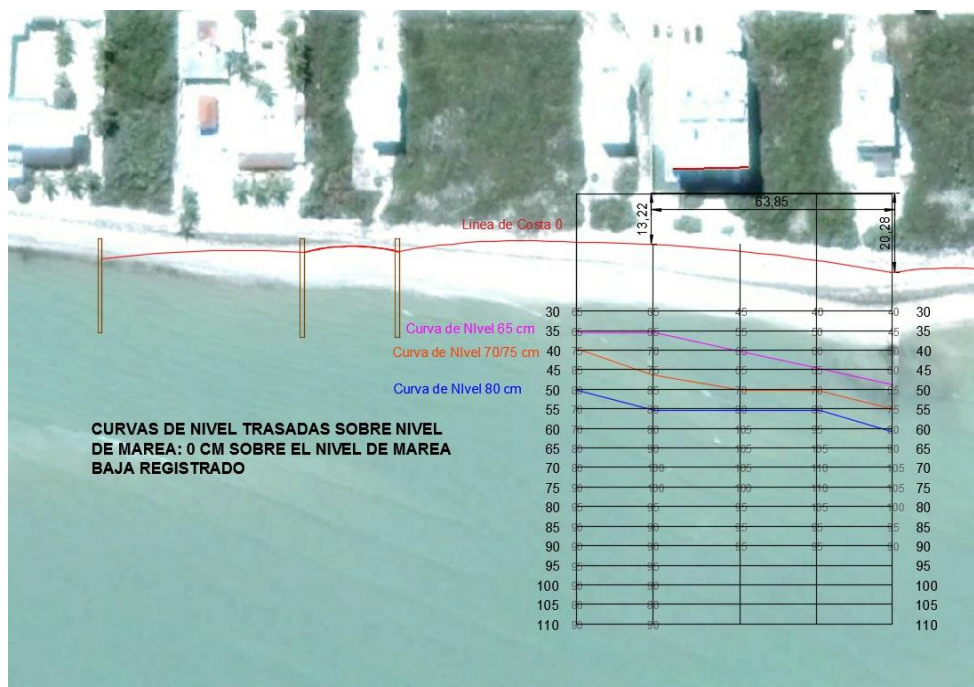


Se tomó en cuenta el nivel de marea a la hora del levantamiento y se descontó la diferencia al nivel de marea medio tomando en cuenta la tabla de mareas publicada por el CICESE.

En cada transectos se tomo la profundidad cada 5 metros hasta llegar a 110 metros de distancia de la línea de costas arrojando los datos necesarios para determinar las curvas de nivel de fondo:

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



En el levantamiento fotográfico se puede observar con claridad la erosión de la playa y daños a la duna:



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

También se puede observar el efecto que están causando los espigones:



Comparando con la siguiente fotografía tomada el 24 de octubre, 17 días después de la primera. Se observa con claridad el daño de los espigones:



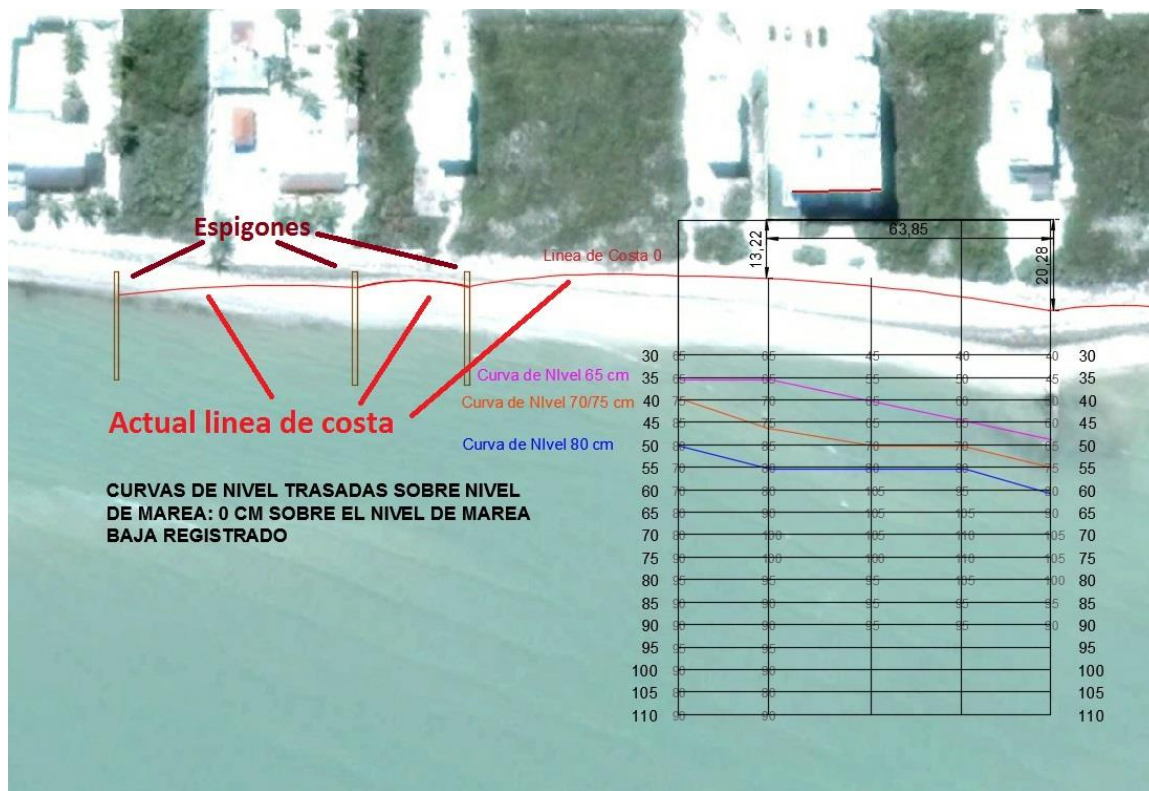
En las fotos anteriores se observa con claridad el efecto negativo que causan en las playas adyacentes los espigones instalados. Y en la medición batimétrica se observa que las líneas de profundidad del fondo los bajos o dunas submarinas se han alejado de la playa confirmando que la modificación de la transportación natural de sedimentos por la instalación de los espigones ha dañado los bajos naturales allanándolos casi por completo e incrementando la profundidad del sitio.

Debido a esto el impacto de las olas ha sido mayor y la erosión de la playa se incrementó poniendo en grave riesgo las construcciones de la costa aledañas al sitio.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

1.- Perfil de la línea de costa y batimetría del área de estudio:



7 de Octubre del 2015



21 de Enero del 2016

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



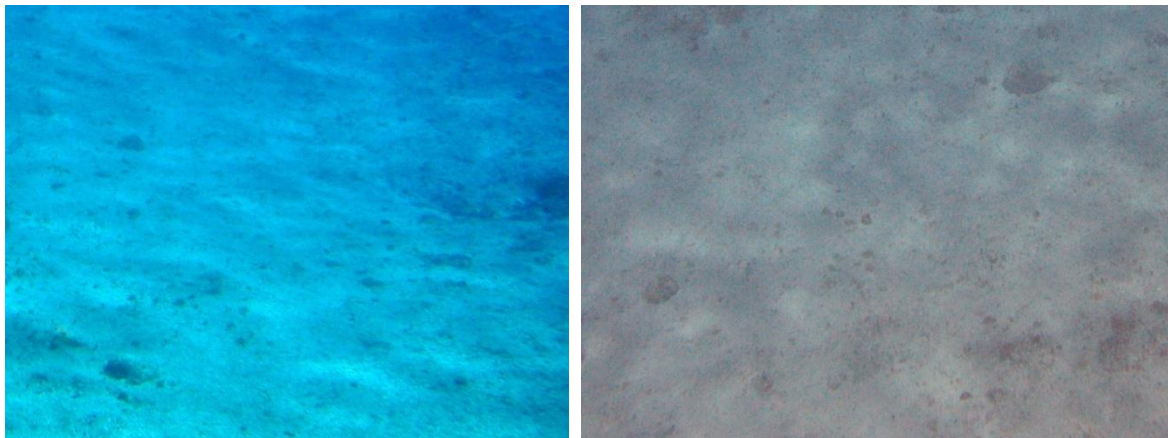
Fotografía tomada el 7 de Octubre de 2015



Fotografía tomada el 21 de Enero de 2016

Se observa con claridad en las fotos anteriores el avance de la erosión en tres meses, la acumulación de arena de los espigones en su parte oriente y daño o efecto negativo en la playa en el lado poniente.

2.- Tipo de sustrato del sitio del rompeolas. En los levantamientos realizados se pudo caracterizar el tipo de fondo del sitio del rompeolas **encontrándose solamente fondos de arena y conchas rotas.**



Fondos del fondo de arena en el sitio del proyecto

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

3.- Corrientes. De acuerdo a la información obtenida y proporcionada por los consultores de costas las principales corrientes en el sitio que ocurren en la zona de aguas someras y en mar abierto, son corrientes fuertes de Este a Oeste. Estas corrientes viajan enfrente de la península de Yucatán en dirección Oeste hacia el Golfo de México. En pocas ocasiones la corriente local cercana a la línea de costa puede ser producida por los vientos y oleaje de Frentes Fríos (Nortes) que afectan la costa y pueden producir que la corriente viaje de Oeste a Este.



4.- Oleajes y vientos. El patrón dominante de oleaje y vientos del sitio proviene del Noreste la mayor parte del tiempo excepto cuando se presentan cambios de clima debidos a frentes fríos del norte o sistemas de tormentas tropicales. El área del sitio está abierta al Norte expuesta a oleaje provocado por el viento del Noreste y oleaje proveniente de aguas profundas provocado por tormentas lejanas de la costa. Tormentas tropicales y huracanes producen los vientos más fuertes y los oleajes más grandes en el área. En los últimos años, después de los huracanes Gilberto e Isidoro se ha observado un incremento en el oleaje y su intensidad proveniente del norte y noreste lo cual ha provocado una más rápida erosión de las playas.

5.- Transporte de litoral. Se observa que el transporte natural de sedimentos en el litoral es de este hacia oeste. No se tienen desembocaduras de ríos cercanos ni fuentes de sedimentos que aporten materiales nuevos al sistema.

Se observó en el pasado, antes de los espigones un transporte de litoral natural, en equilibrio, estacional, paralelo a la costa, y que generalmente durante la primavera y el verano se acumulaba arena en la playa, pero que en otoño e invierno se llevaba la arena nuevamente y perdiéndose la playa ganada, pero se mantenía un equilibrio.

Después de los espigones, las condiciones del transporte de litoral cambiaron observándose que ante la disminución de los bajos de arena que se tenían, el oleaje ha incrementado su fuerza erosionando las playas, manteniendo la arena en suspensión y transportando la arena hacia el Oeste y hacia aguas más profundas.

6.- Mareas. Las mareas en la costa de la Península de Yucatán son semidiurno, con dos mareas altas y dos mareas bajas por día. De acuerdo a la tabla de predicción de mareas de la estación de Puerto Progreso se tiene que el rango de mareas es considerado pequeño, generalmente menor a 0.3 metros, con posibles rangos de hasta 0.5 metros. Mareas excepcionales pueden ocurrir durante tormentas tropicales y huracanes incrementando considerablemente el nivel del mar.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

7.- Flora Y Fauna.- En el recorrido realizado del 100% del área de estudio del rompeolas **no se encontró ningún tipo de vegetación adherida al fondo ni se observaron ningún tipo de fauna.**

Para la segunda parte del proyecto, los 5 módulos de 20 arrecifes artificiales Reef Ball cada uno, se realizó un recorrido en lancha con múltiples inmersiones de buceo para escoger 5 lugares a 2, 4, 6, 8 y 9 kilómetros de la costa, en profundidades que van desde -3 hasta -10 metros de profundidad a Nivel de Marea Media (NMM).

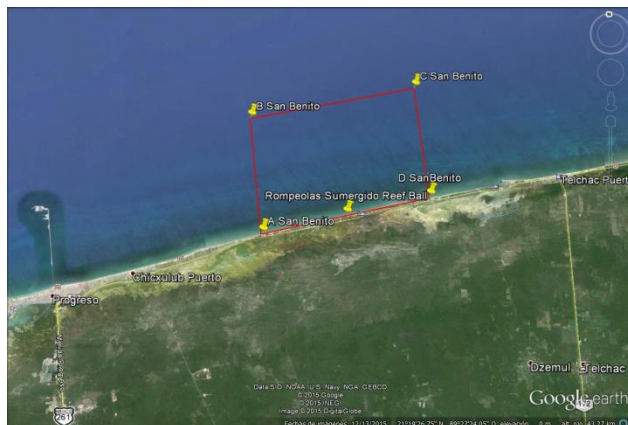
Debido a que uno de los objetivos de este proyecto es el de recabar información de resultados de los Reef Ball en la rehabilitación de ecosistemas marinos y el aumento de la biomasa los criterios para determinar los lugares fueron:

Tipo de fondo: que el sitio escogido no tenga ningún tipo de formación natural de corales y poca flora, esto con el fin por una parte de no dañar ninguna formación natural de corales ni de dañar zonas de abundante flora marina y por la otra parte de comprobar la eficiencia de la colonización y aumento de biomasa de los Reef Ball en sitios en los que se observe poca población de especies marinas.

Distancia de la costa y profundidad de colocación: diferentes profundidades para determinar en el futuro en cual profundidad los Reef Ball son más productivos.

El área de colocación de los módulos está delimitada por los puntos geográficos siguientes:

A	21° 18'56.06" N	89° 30'13.29" O
B	21° 24'20.88" N	89° 30'28.92" O
C	21° 25'16.74" N	89° 22'15.13" O
D	21° 20'01.34" N	89° 22'09.56" O



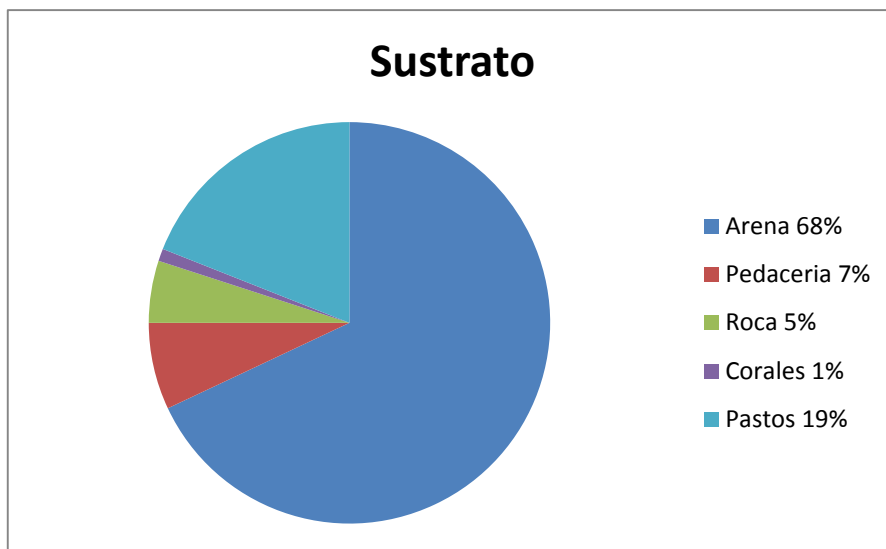
Los 5 módulos acuícolas se instalarán en diferentes ubicaciones con las siguientes coordenadas:

Módulo 2 Kilómetros:	21° 20'13.07" N	89° 29'11.87" O
Módulo 4 Kilómetros:	21° 21'19.83" N	89° 28'38.23" O
Módulo 6 Kilómetros:	21° 22'37.96" N	89° 26'28.69" O
Módulo 8 Kilómetros:	21° 23'53.63" N	89° 24'51.16" O
Módulo 9 Kilómetros:	21° 24'47.17" N	89° 23'22.23" O

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Tipo de sustratos del sitio del proyecto: En los 5 sitios visitados y escogidos para la colocación de los módulos de fondo se encontró, arena, padecería, roca, corales como se observa en la grafica y fotografías siguientes:



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

Tipo de clima: De acuerdo con su posición geográfica la Península de Yucatán se encuentra localizado dentro de los límites del Trópico mundial, lo cual determina el paso del sol por el cenit dos veces al año, antes y después del solsticio de verano, por lo que se ve sometido a una intensa radiación solar, lo que da lugar a un régimen climático predominantemente caluroso, con temperaturas altas durante el día y a la ausencia de temperaturas muy bajas durante la estación invernal. Sin embargo, por ocupar la posición septentrional del territorio peninsular y por su condición de planicie, con escasa altura y relieve, resulta en influencias marítimas favorables, como vientos húmedos y frescos. Esto influye en el comportamiento relativamente homogéneo de la temperatura, sobre todo en la región más cercana a la costa. Así mismo, por su ubicación la cantidad y distribución de las precipitaciones, se ven directamente relacionadas con la trayectoria de los vientos alisios y del norte, así como por fenómenos naturales como huracanes y ciclones formados en el Mar Caribe(CINVESTAV, 1991).

De esta manera, el clima predominante en el área de Playa San Benito el subtipo Bso(h')w(x'), correspondiente a un clima seco muy cálido con lluvias en verano, localizándose en la zona más seca del litoral mexicano.

En la temporada de lluvias las formaciones nubosas más características son del tipo cumulus y estrato cumulus con lluvias por la tarde. En los meses de septiembre a noviembre se pueden observar cumulus de gran desarrollo vertical, que producen las más intensas precipitaciones. A partir de diciembre, el resto del año y en la presencia de "Nortes" las formaciones más importantes son los cirros y cirroestratos de nubosidad alta.

Precipitación: Se tiene una precipitación anual de 600 mm con la mayor concentración en Junio (46.36mm en promedio), Julio (83.92mm en promedio), Agosto (76.18mm en promedio), Septiembre(108.64mm en promedio), y Octubre (74.38mm en promedio). Sin embargo la evaporación es siempre más de la precipitación, menos en la época de lluvia, pero en los meses de Febrero a Mayo, la época de seca, la evaporación es muchísima más de la lluvia, de Febrero (3 tiempos mas de evaporación), Marzo (10 tiempos más de evaporación), Abril (12 tiempos más de evaporación), y Mayo (4 tiempos más de evaporación, pero con niveles de evaporación más de todo el año).

Media	Monto total (mm)	Porcentaje (%)
Anual	539.47	100
Época de lluvia regulares		
Época de Nortes y Secas		
Máxima mensual	110.50	20
Minima mensual	9.74	2

Vientos: El movimiento principal del aire, a que queda sometida la región está regido por el centro anticiclónico de las Bermudas-Azores. Los vientos dominantes provienen del sureste y forman parte de las corrientes de los alisios. El anticiclón sigue hacia el norte y hacia el sur los movimientos del sol, lo cual provoca que las masas de aire sufran un debilitamiento en invierno y una acentuación en el estío, en consecuencia los vientos dominantes cambian también y da lugar para que intervenga la corriente occidental, donde grandes masas de aire se desplazan del centro de alta presión al norte de Estados Unidos y Canadá con aire frío y seco se humedecen al pasar por el Golfo de México formando los nortes que levantan el nivel medio del mar en casi un metro afectando de 15 a 20 metros de playa, con vientos del noroeste que se dejan sentir a partir del mes de julio. Los vientos que acompañan a los nortes alcanzan velocidades de 26 m/s, las principales formaciones nubosas son los cirros y estratocirros y dan origen a la precipitación con origen frontal o ciclónico. Tienen la particularidad de

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

introducir, por las bocas de las rías, grandes cantidades de agua de origen marino al sistema palustre y estuarino que protege la barra arenosa, transportándola a contracorriente (Batllori, 1995). Las masas de aire sufren un debilitamiento en invierno con velocidades promedio de hasta 1.56 m/s y una acentuación en el estío (mayo) con 4.2 m/s. También por su ubicación frente a la sonda de Campeche se encuentra sujeta al efecto de marejadas y tormentas tropicales que ahí se generan (Beltrán, 1958).

Nubosidad: En la temporada de lluvias, las formaciones nubosas más características son del tipo cumulus y estrato cumulus con lluvias por la tarde. Para los meses de septiembre a noviembre se presentan cumulus de gran desarrollo vertical, que producen las más intensas precipitaciones y en ocasiones se prolongan hasta las primeras horas de la noche. Este tipo de precipitación se conoce como de origen convectivo. De diciembre en adelante y en presencia de "nortes", las formaciones más importantes son cirros y cirroestratus de nubosidad alta.

Fenómenos climatológicos: Esta zona costera se encuentra ubicada en el trayecto de tormentas tropicales y huracanes que tienen origen en el Atlántico y el Caribe Oriental. Estos fenómenos atmosféricos son estacionales y se inician en el mes de julio y terminan en noviembre. Cuando el caldeamiento ha invadido la región insular de las Pequeñas Antillas se forman huracanes de gran recorrido y de potencia extraordinaria, principalmente los formados durante agosto, septiembre y octubre. Algunos llegan a cruzar la Península de Yucatán, por Cozumel y Cancún o por la costa norte, para azotar los Estados de Tamaulipas y Veracruz así como las costas suroccidentales de los Estados Unidos.

Estos huracanes presentan una trayectoria parabólica bien definida y generalmente se recurvan al norte cerca de los 19° N y cinco grados más al norte muestran una inflexión hacia el noreste, que se hace francamente notable casi a los 30° N, atravesando la Península de Florida y salir al Atlántico.

El huracán Gilberto, bautizado como el más potente del siglo que haya golpeado la Península de Yucatán, se originó el 10 de septiembre con carácter de tormenta tropical, al sur de la isla de Puerto Rico. El día 11 al llegar al borde sur de la Isla de Haití fue declarado huracán. En la tarde del día 12 de septiembre, inició su recurva y pasó sobre la Isla de Jamaica. El día 13 su trayectoria cambió hacia el Oeste dirigiéndose hacia la Isla de Cozumel, la cual fue impactada al filo de la media noche, con rachas de viento de hasta 200kph. Alrededor de las 20:00 horas del día 14 pasó a una distancia aproximada de 70 km de la cd. de Mérida y salió de la Península entre el Puerto de Progreso y Telchac, con vientos de 124 kph (SARH, operador del radiosondeo de la Estación Mérida, Octubre de 1988).

Los efectos más graves del huracán Gilberto, desde Holbox hasta la región de los Petenes de Campeche, fueron principalmente cambios en la morfología costera debido a la apertura de 24 bocas que conectaron el sistema palustre y estuarino con el mar, pérdida considerable de playa e inundaciones de vastas áreas de manglar, sabana y selva inundable que se sufrieron las modificaciones en las características químicas del suelo y el marchitamiento por deshidratación.

Se pudieron observar los efectos biológicos debidos a la perturbación de este huracán, a partir de los meses siguientes. La observación de estos daños revela:

1. Destrucción de dunas costeras en áreas críticas.
2. Muerte de manglares, por efecto de los cambios en la presión atmosférica, las marejadas y los vientos salinos.
3. Arrastre de arena al interior del sistema palustre y estuarino, en algunos casos con alteración e interrupción de flujos.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

4. Apertura de bocas de mar en las rías y ciénagas.
5. Muerte de un gran número de aves marinas, principalmente sobre la población de flamencos.
6. Destrucción de importantes asociaciones de flora.
7. Afectación importante de las condiciones naturales que sirven de base a las actividades productivas en toda la costa de la Península.

Depresiones tropicales que han afectado el Caribe Mexicano en el periodo 1969-1995.

1	JULIO DE 1960	ABBY	T	(120)	BELICE
2	JULIO DE 1961	ANNA	H	(125)	BELICE
3	SEPTIEMBRE DE 1961	CARLA	H	(120)	CANAL DE YUCATAN
4	OCTUBRE DE 1961	HATIE	H	(240)	BELICE
5	OCTUBRE DE 1964	HILDA	D	(50)	CANAL DE YUCATAN
6	SEPTIEMBRE DE 1965	DEBBIE	T	(90)	PUNTA NIZUC (CANCUN)
7	JUNIO DE 1966	ALMA	T	(112)	BELICE
8	OCTUBRE DE 1966	INEZ	H	(200)	A 25 Km DE ISLA HOLBOX
9	SEPTIEMBRE DE 1967	BEULAH	H	(120)	COZUMEL Y PUERTO MORELOS
10	NOVIEMBRE DE 1969	FRANCELIA	H	(120)	BELICE
11	OCTUBRE DE 1969	LAURIE	D	(55)	A 30 Km DE PUNTA NIZUC
12	SEPTIEMBRE DE 1970	ELLA	T	(120)	PUERTO MORELOS
13	AGOSTO DE 1971	CHLOE	T	(50)	A 65 Km DE BELICE
14	SEPTIEMBRE DE 1971	EDITH	T	(100)	BELICE
15	JUNIO DE 1972	AGNES	T	(115)	SE FORMA CERCA DE CANCUN
16	SEPTIEMBRE DE 1973	DELIA	D	(55)	COZUMEL
17	SEPTIEMBRE DE 1974	CARMEN	H	(242)	XCALAC
18	SEPTIEMBRE DE 1974	FIFI	H	(185)	BELICE
19	AGOSTO DE 1975	CAROLINE	D	(55)	A 20 Km DE CABO CATOCHE
20	SEPTIEMBRE DE 1975	ELOISE	T	(75)	COZUMEL Y PLAYA DEL CARMEN
21	OCTUBRE DE 1977	FRIDA	T	(55)	FRENTE A CHETUMAL
22	SEPTIEMBRE DE 1978	GRETA	H	(153)	BELICE
23	SEPTIEMBRE DE 1979	HENRY	D	(55)	A 50 Km DE CABO CATOCHE
24	AGOSTO DE 1980	ALLEN	H	(240)	FRENTE A CABO CATOCHE
25	SEPTIEMBRE DE 1980	HERMINE	T	(110)	BELICE
26	NOVIEMBRE DE 1980	JEANNE	T	(45)	CANAL DE YUCATAN
27	JUNIO DE 1982	ALBERTO	H	(137)	CANAL DE YUCATAN
28	AGOSTO DE 1985	DANNY	H	(144)	CANAL DE YUCATAN
29	OCTUBRE DE 1987	FLOYD	H	(130)	CANAL DE YUCATAN
30	SEPTIEMBRE DE 1988	GILBERTO	H	(295)	PUERTO MORELOS
31	NOVIEMBRE DE 1988	KEITH	T	(115)	CANCUN
32	SEPTIEMBRE 1995	OPALO	H		COSTA CENTRAL QUINTANA ROO
33	SEPTIEMBRE 1995	ROXANA	H		COSTA CENTRAL QUINTANA ROO
33	OCTUBRE 1997	MITCH	H		HONDURAS COSTA SUR QUINTANA
34	SEPTIEMBRE 2002	ISIDORO	H		PENINSULA DE YUCATAN

D.- DEPRESION TROPICAL; T.- TORMENTA TROPICAL; H.- HURACAN

(120) .- VELOCIDAD en Km/hr con la que la depresión entro a tierra, en el punto más cercano de su trayectoria a la costa de Quintana Roo.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación. En las inmersiones realizadas en los 5 sitios de los módulos de arrecifes se encontró casi nula presencia de vegetación. En las zonas adyacentes, sobre todo en las de aguas más someras, se encuentran algunas zonas extensas de plantas sumergidas como el pasto *Thalassia testudineum*, algas rojas (*Euchema sp*) y verdes (*Halimeda sp*).

Para identificar las especies que componen la vegetación acuática sumergida de los 5 sitios elegidos se realizaron recorridos en áreas de 50 metros de diámetro aproximadamente alrededor del centro del sitio en los cuales se efectuó un censo visual *in situ*, se tomaron algunas fotografías como evidencia de la presencia. Algunos de los géneros y especies identificados:

Thalassia testudinum, *Acetabularia sp*, *Chaetomorpha linum*, *Syringodium filiforme*, *Halimeda sp*, *Euchema sp*, *Avrainvillea sp.*, *Halodule wrightii*, *Gracillaria sp*.

El polígono presenta grandes zonas de vegetación en diversos porcentajes de cobertura. Las zonas con mayor cobertura de vegetación se encuentran en las zonas más someras, entre 3 m y 4.5 m de profundidad. En las zonas profundas se encuentran grandes extensiones de arena y laja o con crecimientos dispersos de algas filamentosas y verdes. En las zonas someras se apreciaron crecimientos dispersos de pastos marinos.

b) Fauna. Para identificar los organismos pelágicos y bentónicos que se encontraban presentes en los 5 sitios escogidos se utilizó la técnica de censo visual, la cual consiste en recorrer transectos de 50 m lineales y se toma nota *in situ* de los organismos que se encontraron. Dentro de los organismos que se identificaron se encontraron gran variedad de peces y otros organismos enlistados en la siguiente tabla:

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Lachnolaimus maximus</i>	Boquinete	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Canané
<i>Calamus calamus</i>	Mojarra	<i>Opsanus beta</i>	Pez sapo
<i>Caranx crissus</i>	Jurel	<i>No identificada</i>	Estrella de mar
<i>Chaetodon capistratu</i>	Mariposa ocelado	<i>Pomacanthus arcuatus</i>	Pez ángel gris
<i>Diplectrum formosum</i>	Vulcai	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Lorita
<i>Epinephelus morio</i>	Mero	<i>Mycteroperca microlepis</i>	Abadejo
<i>Haemulon plumieri</i>	Chacchi	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Negrillo
<i>Holacanthus ciliaris</i>	Ángel reina	<i>Holothuria floridana</i>	Pepino de mar

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



C) Muestreos de Flora y Fauna realizados y su vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el área del rompeolas se realizó un recorrido del 100% del total del área de estudio por dos personas realizando observaciones visuales y haciendo pruebas de carga del fondo cada 5 metros.

No se encontró ningún tipo de vegetación adherida al fondo, ni corales o esponjas.

No se observaron ningún tipo de fauna.

Ninguna de las especies enlistadas se encuentra en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Como se puede observar en la lista, existen especies de importancia económica, la mayoría en estadio juvenil.

El área carece de formaciones de arrecifes importantes, aunque cuenta con zonas de lajas que dan protección a especies crípticas.

Al momento de la visita al polígono no se encontraron organismos que se encuentren en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En caso de encontrar algún organismo perteneciente a alguna especie que se encuentre en alguna categoría de protección especial, se tomarán las medidas precautorias necesarias.

IV.2.3 Paisaje

Paisajes costeros. En la actualidad se puede apreciar la pérdida de arena y de la playa por la erosión en el sitio del proyecto así como amenaza de daño en las construcciones de las casas colindantes. Ver fotografías presentadas anteriormente.

IV.2.4 Medio socioeconómico.

Playa San Benito es un fraccionamiento de casas habitación y villas. Sus residentes y propietarios han estado desde hace más 15 años. La mayoría de los residentes tienen sus casas como segunda vivienda. En su mayoría son residentes nacionales y algunos extranjeros conformados por familias.

Se cuenta con servicios urbanos de energía eléctrica y caminos de acceso.

IV.2.5. Descripción de la estructura del sistema.

Algunos residentes de Playa San Benito están organizados para mantener vigilancia y servicios básicos en la zona. Para efectos de este proyecto, por su naturaleza, tamaño e incidencia puntual, se considera que no

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

se requiere de información adicional ya que solamente afecta a los mismos residentes y no se identifican componentes clave, relevantes o críticos para el funcionamiento del sistema.

IV.2.6. Análisis de los componentes ambientales relevantes y/o críticos. No se identificaron acciones que puedan considerarse críticas por su interacción con el medio ambiente, ya que por la naturaleza y dimensión del proyecto, que no se manejarán sustancias peligrosas, no se llevara a cabo la realización de actividades altamente riesgosas, ni la introducción de especies exóticas.

IV.2.7.- Diagnóstico ambiental. En base a los puntos anteriores y tomando como punto de partida que este proyecto no pretende realizar procesos de aprovechamiento (explotación y/o transformación) sino que es de rehabilitación del sitio en beneficio de los recursos naturales, de los ecosistemas y de la calidad de vida de la población, no se requiere la presentación del diagnóstico ambiental.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

	Físicas	
1	Corrientes	
2	Oleaje	
3	Viento	
4	Marea	
5	Línea de costa	
6	Batimetría	
	Químicas	
7	Materia orgánica	
	Biológicas	
8	Tipo de fondo	
9	Zooplankton	
10	Fitoplancton	
11	Macrofauna	
12	Macrofitas	
13	Ictiofauna	
14	Colonización larvaria	
	Sociales	

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

V.I Metodología para evaluar los impactos ambientales. Se evaluará el impacto de los arrecifes artificiales mediante la aplicación de una matriz de interacción híbrida resultante de la combinación de una matriz simple de Leopold con una matriz cromática.

V.1.1. Indicadores de impacto. La matriz está conformada en su mayoría por factores ambientales los cuales serán alimentados por medio de bibliografía para poder realizar las operaciones correspondientes.

15	Paisaje	
16	Modo de vida	
17	Salud y seguridad	
Económicas		
18	Valor de las propiedades	

V.1.2. Relación general de algunos indicadores de impacto. Para lo cual se construyó primero una lista de chequeo con las principales variables a considerar, se emplea una escala de colores similares a las utilizadas en un semáforo, considerando a los factores con color rojo como los factores a los cuales se les debe de prestar mayor cuidado por ser los que se verán más afectados y tendrán un factor de cambio más alto:

Una de las principales características de la fabricación y transportación de los arrecifes artificiales es su carencia de impactos durante todo el proceso, siendo considerado solo la etapa de instalación (vertimiento) y operación en la que se considera la presencia de impactos al ambiente.

1.- Fabricación: Esta etapa no tendrá impacto alguno sobre el medio ya que esta se realiza dentro las instalaciones de CEMEX Mérida, las cuales son adecuadas para ellos. Se considera entonces como una etapa SIN IMPACTO.

2.- Transportación: Esta etapa se realiza mediante vehículos y embarcaciones adecuados para el trabajo. Se considera como una etapa SIN IMPACTO.

3.- Instalación: Esta etapa presenta tres componentes a su vez:

a) Flotado y arrastre de las estructuras para llevarlas al sitio de vertimiento; esta actividad no conlleva un impacto al medio, siendo considerada SIN IMPACTO.

b) Hundimiento de cada una de las estructuras; de igual manera que la anterior, en esta actividad no se presentan impacto alguno al medio empleándose para el vertimiento equipos operados de manera manual compuestos por boyas y cuerdas. Se le considera SIN IMPACTO.

c) Anclaje de las estructuras sobre el lecho marino; el anclaje de las estructuras se considera sin impacto.

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

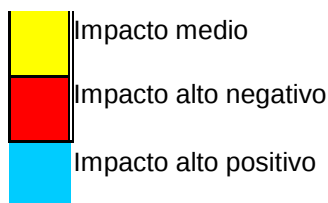
Los valores de interacción estarán dados por los siguientes factores:

	Cualidad del impacto
	Impacto bajo o nulo

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Físicas



Tipo de impacto

- + positivo
- negativo

Duración

	Valor
CP corto plazo	0.25
MP mediano plazo	0.50
LP largo plazo	0.75
KD permanente	1.00

Influencia del impacto

	Valor
P puntual	0.33
L local	0.66
R regional	1.00

Reversibilidad del impacto

- IR irreversible
- RR reversible

V.2. Impactos ambientales generados. Con la instalación de los arrecifes para la formación del rompeolas sumergido se generarán impactos positivos rehabilitando el sitio al aumentar los sustratos de fijación para el aumento de la diversidad y abundancias de especies y por otra parte al disminuir la energía del oleaje se protegerá la costa y eventualmente se irá recuperando la playa perdida.

V.2.1. Construcción del escenario modificado del proyecto. Se expondrán a continuación las consideraciones de cada uno de los factores a tomar en cuenta.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

1	Corrientes	No se modificarán por efecto de las estructuras, solo rodearan a las estructuras sin sufrir cambios en su dirección y magnitud.
2	Oleaje	El oleaje no se ve interrumpido en su patrón por el efecto de las estructuras. Solamente reducirá su energía e impacto sobre la costa.
3	Viento	El viento no se verá impactado por efecto de los arrecifes artificiales en ninguna de las etapas.
4	Marea	La marea tampoco se verá impactada por la presencia de los arrecifes artificiales
5	Línea de costa	La línea de costa se verá impactada positivamente por la presencia de los arrecifes artificiales ya que se espera que se reduzca la erosión y eventualmente se rehabilite
6	Batimetría	La profundidad en la zona del rompeolas sumergido se verá impactada por los arrecifes, ya que aumentará la altura del fondo.
Químicas		
7	Materia Orgánica	Es probable que dentro de los arrecifes se encuentren restos orgánicos derivados del consumo de los organismos que colonicen a las estructuras. Es impacto es positivo ya que incorpora nutrientes a la cadena alimenticia mediante la cadena de detritus.
Biológicas		
8	Tipo de fondo	El tipo de fondo se verá impactado solo en el área de contacto de las estructuras, siendo este impacto bajo y despreciable en cuanto al porcentaje de cobertura de un modulo, cubriendo un área de 6.36 m ² por modulo, equivalente al 1.5% en un área de 400m ² por modulo.
9	Zooplankton	La abundancia y diversidad de las comunidades de zooplankton se verán impactadas de manera constante y permanente por el aumento de diversos organismos ya sea porque ellos tiene formas larvarias zooplánticas o por que se alimentan del zooplankton.
10	Fitoplancton	La abundancia y diversidad de las comunidades de fitoplancton se verán impactadas de manera constante y permanente por el aumento de diversos organismos se alimentan de él.
11	Macrofauna	La abundancia y diversidad de la Macrofauna será de las variables que más fuertemente serán impactadas por la presencia de los arrecifes artificiales. El proporcionar hábitat para que sea colonizado por diversos organismos impactará de manera gradual, constante y permanente el fondo sobre el cual se hayan colocado los arrecifes.
12	Macrofitas	La Macrofitas aumentarán por la colonización de nuevo sustrato, este impacto será permanente y constante.
13	Ictiofauna	La abundancia y diversidad de las comunidades de peces se verá impactada de forma permanente y constante, debido a que las estructuras serán colonizadas por diferentes especies peces.
14	Colonización larvaria	Esta variable será otra que será impactada en buen grado. Su efecto se verá después de la inmersión de las estructuras y será la que determine en gran medida la efectividad de las estructuras arrecifales. Su impacto será alto, permanente y constante.
Sociales		
15	Paisaje	El paisaje submarino se verá impactado por la presencia de los arrecifes, este impacto será alto, local y permanente.
16	Modo de vida	El impacto será positivo para los pobladores de Playa San Benito ya que reducirá el riesgo de perder su patrimonio
17	Salud y seguridad	Este factor tendrá un impacto positivo, al brindar tranquilidad y seguridad a los pobladores de Playa San Benito
Económicas		
18	Propiedades	El proteger la costa y rehabilitar el sitio las propiedades se impactarán positivamente al recuperar su valor económico.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

En el mejor de los escenarios, además de lograr la rehabilitación y protección de la costa en Playa San Benito se logrará detener la erosión y amenaza de destrucción del patrimonio de sus pobladores. En un escenario conservador, en caso de que el proyecto no logre disminuir la energía de las olas lo suficiente para detener la erosión y la amenaza de daño patrimonial que se enfrenta, la colocación de los arrecifes no impactará negativamente al ecosistema. Esta situación se determinaría con los monitoreos propuestos y la solución sería aumentar el número de unidades para formar la cuarta y/o quinta línea del rompeolas sumergido. En el peor y poco probable de los escenarios, si se observan en los monitoreos impactos negativos al ambiente, la solución prevista sería la reubicación de los arrecifes o su retiro definitivo del sitio.

V.2.2. Identificación de los efectos en el sistema ambiental. Tomando en cuenta las consideraciones generales anteriores, se generó la siguiente Matriz cromática:

	FABRICACION Y TRANSPORTACIÓN		INSTALACION		OPERACIÓN	
	Duración	Influencia	Duración	Influencia	Duración	Influencia
1					+ KD	P/RR
2					+ KD	P/RR
3						
4						
5					+ KD	P/RR
6			+ KD	P/RR	+ KD	P/RR
7						
8			+ KD	P/RR	+ KD	P/RR
9			+ KD	P/RR	+ KD	P/RR
10					+ KD	P/RR
11					+ KD	P/RR
12					+ KD	P/RR
13					+ KD	P/RR
14					+ KD	P/RR
15					+ KD	P/RR
16					+ KD	P/RR
17					+ KD	P/RR
18					+ KD	P/RR

Se afirma que la duración de los impactos en las variables más sensibles es positiva y permanente, debido a que los beneficios de los arrecifes artificiales son comprobables y su influencia es puntual y reversible porque

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

solamente impactarán en el sitio del proyecto y a la factibilidad de los arrecifes artificiales Reef Ball de ser removibles en caso de que se requiera.

Poniendo los valores numéricos se produce la siguiente Matriz:

	FABRICACION Y TRANSPORTACIÓN		INSTALACION		OPERACIÓN	
	Duración	Influencia	Duración	Influencia	Duración	Influencia
1					1.00	0.33
2					1.00	0.33
3						
4						
5					1.00	0.33
6			1.00	0.33	1.00	0.33
7						
8			1.00	0.33	1.00	0.33
9			1.00	0.33	1.00	0.33
10					1.00	0.33
11					1.00	0.33
12					1.00	0.33
13					1.00	0.33
14					1.00	0.33
15					1.00	0.33
16					1.00	0.33
17					1.00	0.33
18					1.00	0.33
TOTALES	0.00	0.00	+3.00	+0.99	+15.00	+4.95

Resumiendo la Matriz anterior se puede apreciar como las actividades con mayor impacto en el medio será la etapa de Operación, con una gran impacto positivo en el nivel de influencia, con una influencia que va desde Local hasta Regional.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

V.2.3. Caracterización de los impactos.

Indicadores Físicos. Los impactos esperados más importantes se observarán en la disminución del oleaje y los efectos de erosión que provocan en la línea de costa. Se espera que la erosión se detenga y eventualmente la transportación natural de sedimentos pueda rehabilitar la playa acumulando arena. Se espera recuperar de 5 a 10 metros de playa pérdida.

Indicadores Químicos. No se esperan impactos en este indicador ya que los arrecifes son inertes y al ser sumergido el rompeolas dejará pasar las corrientes y transportación natural de sedimentos y no generará ningún tipo de desequilibrio.

Indicadores biológicos. Como se ha podido observar en los miles de arrecifes Reef Ball actualmente colocados los impactos en estos indicadores serán positivos al aumentar la diversidad y abundancia de especies en el sitio. En los monitoreos se evaluará el impacto y la eficiencia de los arrecifes al comparar la cantidad y diversidad de especies que lo colonicen con otros arrecifes naturales cercanos a la costa.

Indicadores Sociales y Económicos. La rehabilitación y protección costera que pretende lograr este proyecto impactará positivamente estos indicadores. En el peor de los escenarios, como se mencionó anteriormente, en caso de que el rompeolas sumergido no sea suficiente para contener la erosión y se observe algún tipo de impacto negativo no esperado, se tiene la alternativa de reubicar o retirar de manera definitiva los arrecifes.

V.2.4. Evaluación de los impactos. La evaluación integral del proceso de cambio generado por el proyecto nos lleva a concluir que el rompeolas sumergido formado con arrecifes artificiales Reef Ball generará impactos positivos al sistema ambiental en el sitio:

- Rehabilitación y protección costera,
- Frenar la erosión de la costa y eventualmente recuperación de la arena de las playas,
- Proteger las viviendas y patrimonio de los pobladores de Playa San Benito,
- Enriquecer el ecosistema submarino al aumentar los sustratos de fijación de corales y todas las especies que habitan en la zona,
- Probar nuevamente en México la eficiencia tecnológica de una alternativa de ingeniería de costas amigable con el medio ambiente que pueda servir en otros casos.
- Por sus características y factibilidad de ser removidos, los arrecifes artificiales Reef Ball ofrecen una alternativa de bajo costo que permite mitigar cualquier posible daño ambiental.

V.2.5. Determinación del área de influencia. Debido a que las 6 instalaciones de los arrecifes artificiales en este proyecto son puntuales (un rompeolas y cinco módulos) se considera que la delimitación del área de influencia de cada parte del proyecto es:

El área de influencia del rompeolas sumergido abarca un polígono de 170 metros a lo largo de la línea de costa por 100 metros de fondo hacia mar adentro:

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.



El área de influencia de cada uno de los cinco módulos de arrecifes artificiales colocados mar adentro es una circunferencia de 200 de diámetro teniendo en el centro cada módulo:



Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1. MEDIDAS PREVENTIVAS. De acuerdo a toda la información presentada anteriormente y a la experiencia y resultados obtenidos en proyectos anteriores, se proponen las siguientes medidas preventivas para cada etapa de este proyecto:

En la etapa de fabricación se deberá respetar la fórmula original de la Fundación Reef Ball, probada en múltiples proyectos, para garantizar la resistencia de los arrecifes y que la calidad de los materiales utilizados sea amigable al medio ambiente. No se utilizará ningún tipo de sustancia peligrosa o tóxica. La preparación de la mezcla de concreto se realizará por CEMEX Concretos y se certificará con pruebas de su laboratorio.

La fabricación de los arrecifes se realizará en instalaciones adecuadas para este fin por personal entrenado y calificado por el representante de la Fundación Reef Ball en México

El proceso constructivo de las estructuras se realizará en instalaciones diseñadas para tal fin, en la cual las condiciones son controladas evitando pérdidas de los materiales y minimizando las emisiones que se puedan dar al ambiente.

Es importante mencionar que la actividad de construcción no se dará en el sitio del proyecto, motivo por el cual no se prevén impactos negativos por esta actividad.

La transportación de los arrecifes desde la fábrica hasta el sitio del proyecto se realizará con el equipo y personal calificado, con probada experiencia en el manejo de los arrecifes artificiales en proyectos anteriores.

Se requerirá que los motores de los equipos estén verificados mecánicamente y en buenas condiciones de funcionamiento para evitar cualquier tipo de emisión tóxica o derrame de combustibles.

En la etapa de la instalación de los arrecifes artificiales para formar los módulos acuícolas se deberá tener el cuidado de no depositarlos sobre alguna formación de coral existente. El hundimiento deberá ser de forma controlada por buzos capacitados y con el equipo de flotación y hundimiento adecuado. Es inevitable el impacto que se dará sobre las comunidades bentónicas conocidas como Macro fauna pequeña y meiofauna, con un tamaño máximo de un centímetro de largo. El impacto sobre estas comunidades se da al momento de depositar los arrecifes artificiales sobre el fondo marino. Este impacto es mínimo debido a que el área que afectaran los 100 arrecifes artificiales es menor a 125 metros cuadrados.

Para el proceso de anclado se utilizarán herramientas de mano, como mazos y martillos para hincar las anclas en el fondo marino sin tener que utilizar maquinaria hidráulica o de otro tipo y así evitar que en caso de alguna contingencia, accidente o derrame se causen daños al medio ambiente.

Aun cuando el sitio del proyecto está a 35 metros de distancia de la costa y por normas de la SCT, Capitanía de Puertos, se impide la navegación a menos de 200 metros de la costa en la zona, se plantea como medida preventiva la instalación de boyas de marcación para señalar la ubicación del rompeolas sumergido y así evitar posibles accidentes de navegación.

Una vez sumergidas, las estructuras quedaran operando inertes bajo los efectos de la colonización que hagan de ellas los diferentes organismos tanto como flora como fauna.

De tal modo y con base a lo anterior no se detectaron impactos negativos importantes.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

VI.2 Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación.

En la etapa de fabricación se contará con depósitos de basura servicio de recolecta para su destino final en sitios autorizados para su manejo.

Se contará con botiquín y equipo reglamentario de seguridad en el sitio así como seguro médico para todo el personal.

En las etapas de transportación e instalación se requerirá que los tractocamiones y las embarcaciones cuenten con seguro contra cualquier tipo de accidente o eventualidad que pueda ocasionar daños civiles a terceros o al medio ambiente.

Para la etapa de instalación se respetarán las reglas de buceo seguro y el personal deberá estar certificado por PADI y por la Fundación Reef Ball para realizar el trabajo.

Los arrecifes Reef Ball han probado su estabilidad en diferentes proyectos que han sido impactados por huracanes categoría IV y en tanques de prueba con condiciones de huracán de categoría V, pero ante la posibilidad que en caso de un huracán o tormenta impacte el sitio del proyecto y se pueda correr el riesgo de que los arrecifes artificiales sean desplazados de su lugar de colocación se requerirá que todos los arrecifes sean anclados con al menos dos anclas de acero de 5/8 de diámetro hincándolas en roca al menos 10 centímetros de profundidad. En el caso de que el sustrato en el que se ubiquen los arrecifes sea arena se colocarán anclas para arena con al menos un metro de profundidad.

En la etapa de operación del proyecto, de acuerdo a los resultados de los monitoreos e informes, en caso de que por cualquier circunstancia sea necesario reubicar o retirar los arrecifes artificiales como medida de mitigación final se procederá a reflotarlos y llevarlos al sitio que dispongan las autoridades.

Este procedimiento consiste en colocar una boya de flotación y equipo auxiliar de salvamento atado a las estructuras, inyectándoles aire a presión hasta levantar los arrecifes del fondo marino y poder ser remolcados para su reubicación o retiro.

En el caso de que el rompeolas sumergido no logre disminuir la energía de las olas lo suficiente para frenar la erosión de la costa se puede optar por aumentar el número de filas de arrecifes artificiales.

En cualquiera de los casos anteriores el promovente se compromete a presentarles a las autoridades competentes una propuesta detallada para su revisión y autorización de las medidas de mitigación que se consideren necesarias.

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

V.II.1. Pronóstico del escenario. Como resultado del análisis del capítulo V se determina que el proyecto no causará impactos ambientales críticos. Los impactos ambientales esperados serán positivos y benéficos al colonizarse las estructuras y rehabilitar la costa.

El pronóstico del escenario en el mejor de los casos es que con el rompeolas sumergido se reduzca la energía de las olas suficientemente para permitir la natural sedimentación de arena y recuperación de la playa perdida la cual sería la mejor defensa y protección de la costa.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

En caso de no lograr reducir la energía de las olas lo suficiente para recuperar la playa la alternativa más viable sería aumentar el número de arrecifes artificiales para incrementar el ancho del rompeolas sumergido con una cuarta y/o quinta línea.

En el peor de los escenarios si el rompeolas sumergido no fuera suficiente para contener la energía de las olas y detener la erosión de la costa o si se tuviera que reubicar o retirar definitivamente los arrecifes artificiales la alternativa propuesta de mitigación sería su reflatado para reubicación o retiro definitivo.

V.II.2.- Programa de monitoreo.

Objetivos. El objetivo principal del programa de monitoreo es el de determinar si el rompeolas sumergido es capaz de reducir la energía de las olas suficientemente para lograr rehabilitar y proteger la costa. Otro objetivo importante del programa es el de evaluar la colonización de las estructuras y su aporte como zona de propagación de corales y aumento y diversificación de especies marinas.

Selección de variables. Las variables más importantes a monitorear son:

Físicas:

Línea de costa. Medir la acumulación de arena y recuperación de la playa en el sitio del proyecto.

Batimetría. Medir la sedimentación de arena entre el rompeolas sumergido y la línea de costa.

Biológicas: Evaluar el incremento y diversidad de todas las especies marinas que colonicen los arrecifes propios de la zona del sitio del proyecto.

Sociales: Evaluar el mejoramiento del paisaje, del modo de vida de los pobladores y la salud y seguridad de sus viviendas.

Económicas: Evaluar el impacto que tiene el proyecto sobre la recuperación del valor de las propiedades.

Unidades de medición.

Las variables físicas se medirán en metros recuperados de playa y elevación del nivel de profundidad en el sitio del proyecto.

Las variables Biológicas se medirán por la diversidad y cantidades de especies que colonicen el arrecife.

Las variables sociales se estimarán con el grado de satisfacción y mejoramiento de vida de los pobladores.

La variable económica se estimara con apreciaciones y re avalúos de las propiedades de Playa del Secreto.

Procedimientos y técnicas para la toma, análisis y medición de datos.

Para las variables físicas se realizarán levantamientos topo batimétricos semestrales de la línea de costa y del área del proyecto y se compararán los resultados para medir el resultado del proyecto.

Para las variables biológicas se realizarán levantamientos fotográficos semestrales para identificar la diversidad y abundancia de especies que se fijen y colonicen los arrecifes.

En el caso de las variables sociales y económicas se realizarán encuestas de opinión entre los pobladores.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

Diseño estadístico de la muestra y selección de los puntos de muestreo. La muestra para las variables físicas será el 100% de los puntos del levantamiento batimétrico realizado para el diseño del proyecto. Para las variables biológicas será el 50% de los arrecifes instalados y en el caso de las variables sociales y económicas el 50% de los habitantes y predios ubicados enfrente del proyecto.

Procedimientos de almacenamiento de datos y análisis estadístico. Se almacenarán los datos obtenidos semestralmente y se compararán estadísticamente para medir la evolución de los resultados.

Logística e infraestructura. Se programará un calendario de levantamientos semestrales durante dos años, cuatro en total y se requerirá del equipo topográfico, de cámaras submarinas y equipo diverso necesario para realizarlos.

Calendario del muestreo. Se realizará el primer muestreo al concluir la instalación de los arrecifes y posteriormente se realizarán cuatro monitoreos semestrales a lo largo de dos años.

Responsable del muestreo. El responsable del muestreo será el Sr. Javier Del Jesús Dajer Miguel, responsable de esta manifestación de impacto ambiental y representante de la Fundación Reef Ball en México.

Formatos de presentación. Se presentarán los resultados de los monitoreos en formato impreso y digital incluyendo anexos fotográficos de los levantamientos a las autoridades ambientales, con copia para los propietarios de los predios colindantes al proyecto y para la Fundación Reef Ball.

Costos aproximados. Se estima que el costo de los levantamientos y la edición de los informes de los monitoreos son de \$130,000 (ciento treinta mil pesos moneda nacional)

Valores permisibles o umbrales. Se permitirá considerar incrementos en los costos de acuerdo al alza de precios. En caso de rebasar los costos el umbral permisible, el representante de la Fundación Reef Ball en México cubrirá la parte faltante.

Procedimientos para el control de calidad. Se requerirá que los levantamientos sean supervisados y/o realizados por profesionales en cada materia. Ingenieros para las topo batimetrías y biólogos para los levantamientos submarinos.

VII.3. Conclusiones. Los impactos positivos y beneficios al medio ambiente que generará el proyecto y su importancia y beneficio en los propietarios de los predios colindantes al proyecto en Playa San Benito son mayores a cualquier posible impacto ambiental negativo. No se tiene en el proyecto manejo de sustancias tóxicas ni peligrosas ni se identificaron factores críticos o procesos naturales que puedan resultar perjudicados por el proyecto. La capacidad de remover los arrecifes como medida de mitigación extrema aporta un factor de mayor seguridad para afirmar que:

En base a evaluación de la información presentada y a la experiencia en proyectos anteriores se puede concluir que este proyecto es ambientalmente viable y que el impacto ambiental potencial negativo se considera mínimo o nulo.

Proyecto de Arrecifes Reef Ball en la Playa de San Benito, Yucatán

Proyecto de Investigación del uso de Arrecifes Artificiales Reef Ball en la recuperación de playas erosionadas y rehabilitación de ecosistemas marinos.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán cuatro ejemplares digitales (CD) y uno impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementa el estudio mismo que deberá ser presentado en formato Word.

Se integrará un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excederá de 20 cuartillas en cuatro ejemplares, asimismo será grabado en memoria magnética en formato Word.

Anexos:

VIII.1.1 Planos de localización

VIII.1.2 Fotografías

Se anexan fotografías del sitio, de la fabricación, transportación, colocación y fotografías submarinas de los arrecifes artificiales Reef Ball colonizados colocados en otros sitios de Quintana Roo.

VIII.1.3 Estudios y documentos técnicos

VIII.2 Otros Anexos

- **Identificación oficial del promovente y responsable del estudio(IFE)**
- **Cédula profesional del responsable del estudio**
- **RFC del responsable del estudio**
- **Copia del pago de derechos**
- **Hoja de ayuda para el cálculo de pago de derechos**