



PROCOLO MONITOREO MARINO

Protocolo para el Monitoreo de la Dinámica de las Playas Arenosas ante el Cambio Climático

Estudio de caso: Refugio Nacional de Vida Silvestre
Playa Hermosa-Punta Mala

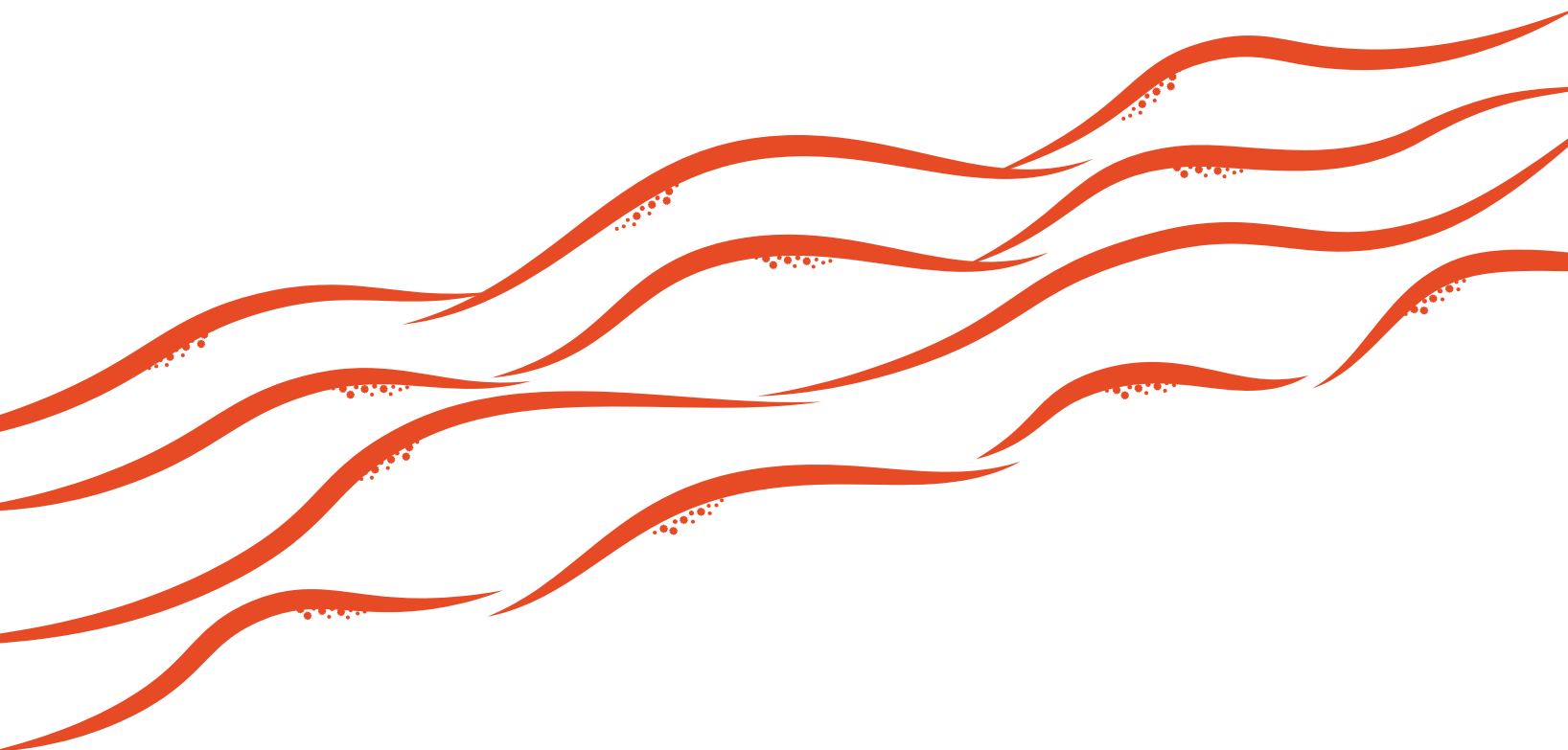




PROTOCOLO MONITOREO MARINO

Protocolo para el Monitoreo de la Dinámica de las Playas Arenosas ante el Cambio Climático

Estudio de caso: Refugio Nacional de Vida Silvestre
Playa Hermosa-Punta Mala



EJECUCIÓN

Sistema Nacional de Áreas de Conservación y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Global Environment Facility.

ELABORACIÓN CIENTÍFICA

Greivin Fallas Bonilla

EDITOR CIENTÍFICO

Damián Martínez Fernández

EDITORES DE ESTILO

Cristina Sánchez Godínez y
Jose David Palacios Alfaro

DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN

Mónica Chávez Ramos

COMITÉ TÉCNICO ASESOR

Jenny Asch, Marco Vinicio Araya, Eugenia Arguedas, Gustavo Induni, Andrea Montero, Yamileth Cubero, Mauricio Solano y Damián Martínez

ASESORES EXPERTOS

Luis Garita (SINAC-ACG), María Marta Chavarría (SINAC-ACG), Gerardo Palacios (SINAC-ACOSA), Isaac López (SINAC-ACAT), Eugenia Arguedas

(SINAC), Gerardo Chavarría (SINAC-ACOPAC), Andrea Montero (ACRXS), Carlos Calvo (SINAC-ACTo), Sebastián Bonilla (SINAC-ACTo), Damián Martínez (SINAC-PNUD-GEF), Gina Cuza (ACLAC, GASP), Donald Campbell (SINAC-ACLAC), Miguel Madrigal (SINAC-ACOSA), Geiner Golfín (SINAC-ACMIC), Juan Alvarado (CIMAR), Lara Anderson (SINAC-ACT), Jeffrey Sibaja (CIMAR), Jenny Asch (SINAC), Norma Rodríguez (SINAC-ACT).

EQUIPO DE IMPLEMENTACIÓN

Esteban Montero (SINAC-ACOPAC), Lilliana Rubí (SINAC-ACOPAC), Oscar Masis (ACOPAC-PNMA), Luis Castro (SINAC-ACOPAC), Paulino Valverde (ACOPAC-San Lucas), Roger Madrigal (ZP Tivives), Mauricio Solano (SINAC-PNUD-GEF), Damián Martínez (SINAC-PNUD-GEF), Yamileth (SINAC-ACOPAC), Arturo Rojas (SINAC-ACOPAC), Rodrigo Villate (GIZ-BIOMARCC), Rotney Piedra (SINAC-ACT), Randal Vargas (SINAC-ACOPAC), Arturo Rojas (PM), Alonso Villalobos (ACOPAC-PNMA), Fabricio Álvarez (SINAC-ACT), Andrés Jiménez (SINAC-ACT), Carolina Salas (CIMAR), Jose Chacón (CIMAR), Juan Azofeifa (UCR).

DONADO POR: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)

Este es un producto del proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas del SINAC, contratado por el PNUD con fondos del GEF.

CITAR COMO: SINAC. 2016. *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de playas arenosas ante el cambio climático: estudio de caso Refugio Nacional Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica. 35p.

CONTENIDO

1	Presentación	5
2	Importancia del protocolo para la integridad ecológica	7
3	Marco sinóptico	8
4	Resumen general de los indicadores	10
5	Indicadores para el monitoreo ecológico marino	12
6	Referencias	26

Este protocolo está basado en el manual *Guardarenas: Adaptarse al cambio climático y educar para el desarrollo sostenible* (Sandwatch por su nombre en inglés) desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el 2005 y que fue actualizada a la versión en español para el año 2012.

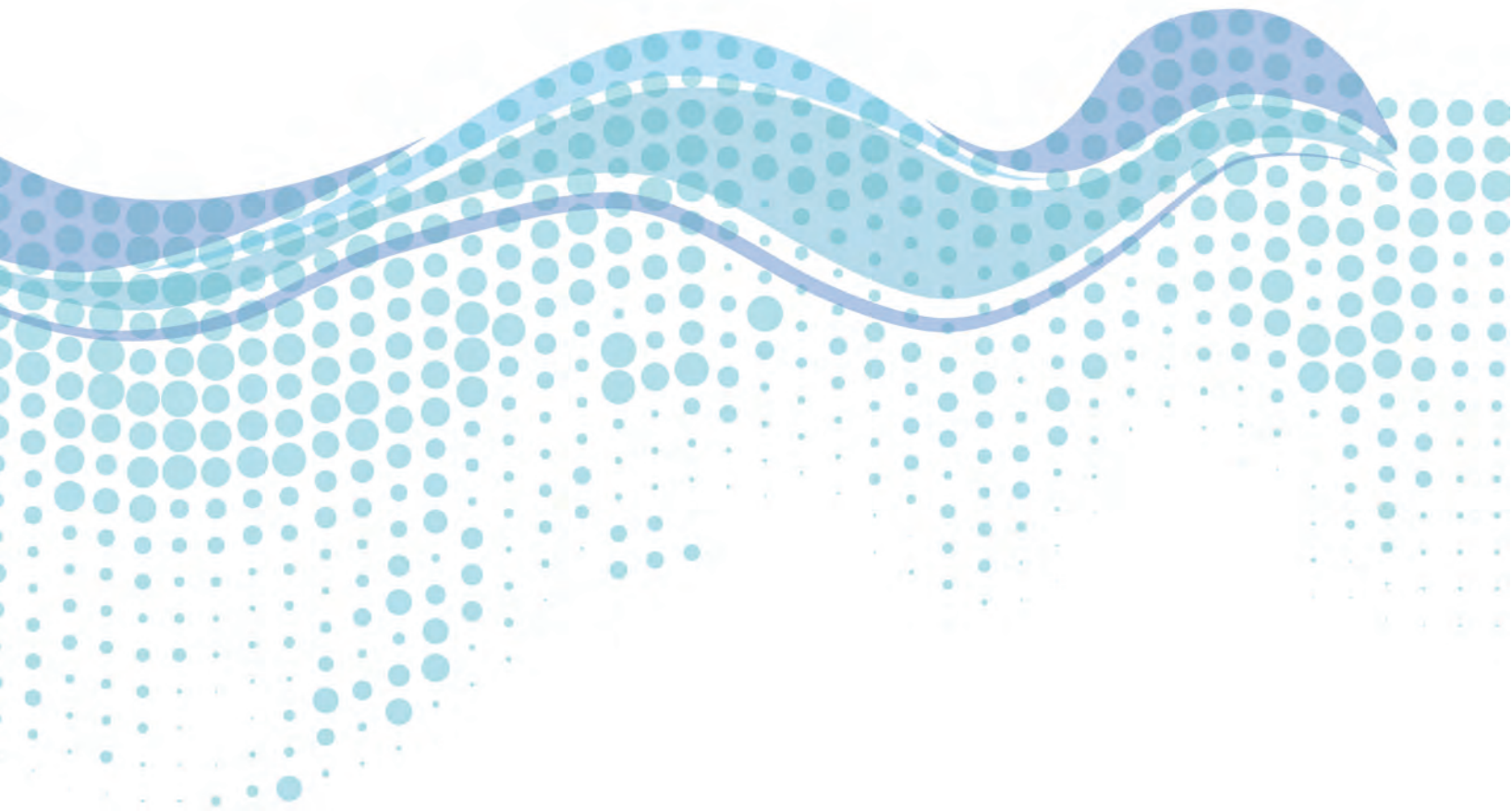
Guardarenas nació en el año 2001 como capacitación a docentes y estudiantes en 18 países del Caribe, con el objetivo de que aplicarán métodos de medición de los cambios en las playas como: la erosión, calidad de agua, características de las olas y las corrientes y como esto afecta las actividades humanas en la playa. La metodología ha sido ya empleada por varios países del Caribe, no ha sido aplicada fuertemente en países con playas en el Pacífico, por lo que la mayoría de las experiencias se condensan en islas caribeñas, las cuales, se verían más afectadas por el cambio climático.

El primer manual Guardarena fue elaborado en el 2001, pero publicado hasta 2005, dándose una actualización en el 2009, donde se le incorporan actividades relacionadas directa e indirectamente con el cambio climático, además de nuevos métodos formulados por grupos Guardarenas. Por lo tanto resulta una herramienta útil tanto para los nuevos grupos Guardarenas como para los ya establecidos.

Previamente a la elaboración de este protocolo, se realizaron talleres con funcionarios del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (RNVSPH-PM). Por consiguiente, este protocolo ha sido adaptado a las necesidades del SINAC bajo la consulta de los diferentes aspectos que se evalúan en el manual Guardarenas con los funcionarios del área silvestre y de funcionarios del SINAC. Pretende ser una guía que pueda de igual forma adaptarse y aplicarse a cualquier playa del territorio costarricense.

El monitoreo de playa establecido en este protocolo, tiene como objetivos: evaluar, coleccionar y analizar datos muy importantes que permitirán tener información científica para la toma de decisiones en cuanto al manejo del área silvestre a mediano y largo plazo, así como medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático y hacer partícipes a actores sociales cercanos al área silvestre.

Los datos a recolectar y analizar son los siguientes: medición del estado del tiempo, erosión y acreción, composición de la playa, actividades humanas en la playa, residuos en la playa, calidad del agua y características de las olas. Para cada una de las variables se especifica como hacer las mediciones, el período o frecuencia de la toma de datos, las hojas de campo y el uso de herramientas informáticas para el análisis de los datos.



Importancia del protocolo para la integridad ecológica

Las Áreas Silvestres Protegidas están destinadas, entre otras razones, a proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas, de manera que se puedan ofrecer diversas oportunidades de utilización con fines espirituales, científicos, docentes, de recreo, de visita o de preservación. La integridad ecológica se define como la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos, cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de una región particular (Parrish *et al.* 2003).

El PRONAMEC (Programa Nacional de Monitoreo Ecológico) es una propuesta metodológica para el seguimiento y evaluación del estado o tendencias de la biodiversidad a nivel nacional, en forma interinstitucional, rigurosa y práctica. Por tal razón para el monitoreo de las playas arenosas ante el cambio climático se han propuesto siete indicadores, que servirán para evaluar el estado de este objeto de conservación. Para poner en práctica los indicadores para el monitoreo ecológico marino, es necesario que el lector de este protocolo conozca de primera mano una serie de términos que son claves para el entendimiento y aplicación de la metodología que se describirá más adelante. Por tanto, a continuación se definen de forma clara y concisa cada uno de estos términos:

INDICADOR

Es aquella característica o condición que sea relevante, precisa y sensible a cambios durante el tiempo y que pueda ser determinado y caracterizado de forma precisa y práctica con costo razonable.

MONITOREO

Es la medición de un indicador a través del tiempo para evaluar los cambios en el medio ambiente.

ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE

Condiciones mínimas en las cuales cada playa arenosa puede persistir tanto en el tiempo como el espacio.

La medición de la integridad ecológica en cada Área Silvestre Protegida promueve la recuperación o mantenimiento de los elementos focales, permite la evaluación de las amenazas, redefinición de metas de conservación, diseño de estrategias de manejo y/o restauración, todo dentro de los principios del manejo adaptativo.

Marco sinóptico

● Referencia sobre la metodología Guardarena (SANDWATCH)

Guardarenas es un programa mediante el cual se realiza una vigilancia científica de los problemas y conflictos que se enfrentan las playas y zonas circundantes. Una vez vigilados se evalúan para idear y realizar actividades que permitan afrontar algunos de esos problemas mejorando a la vez el ambiente de las playas y promoviendo la resistencia de los ecosistemas al cambio climático. El programa se basa en una serie de protocolos muy sencillos y está dirigido a personas de todas las edades y condiciones (UNESCO, 2012).

La primera idea sobre Guardarenas se remonta a un taller de educación ambiental celebrado en Trinidad y Tobago en julio de 1998, y organizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Los participantes vieron de primera mano muchos de los problemas con que se enfrentaban las zonas costeras –problemas relacionados con la erosión, la contaminación y un desarrollo mal planificado– y decidieron tratar de encontrar una solución a los mismos. Ese fue el comienzo de lo que se conoce hoy como Guardarenas (UNESCO, 2012).

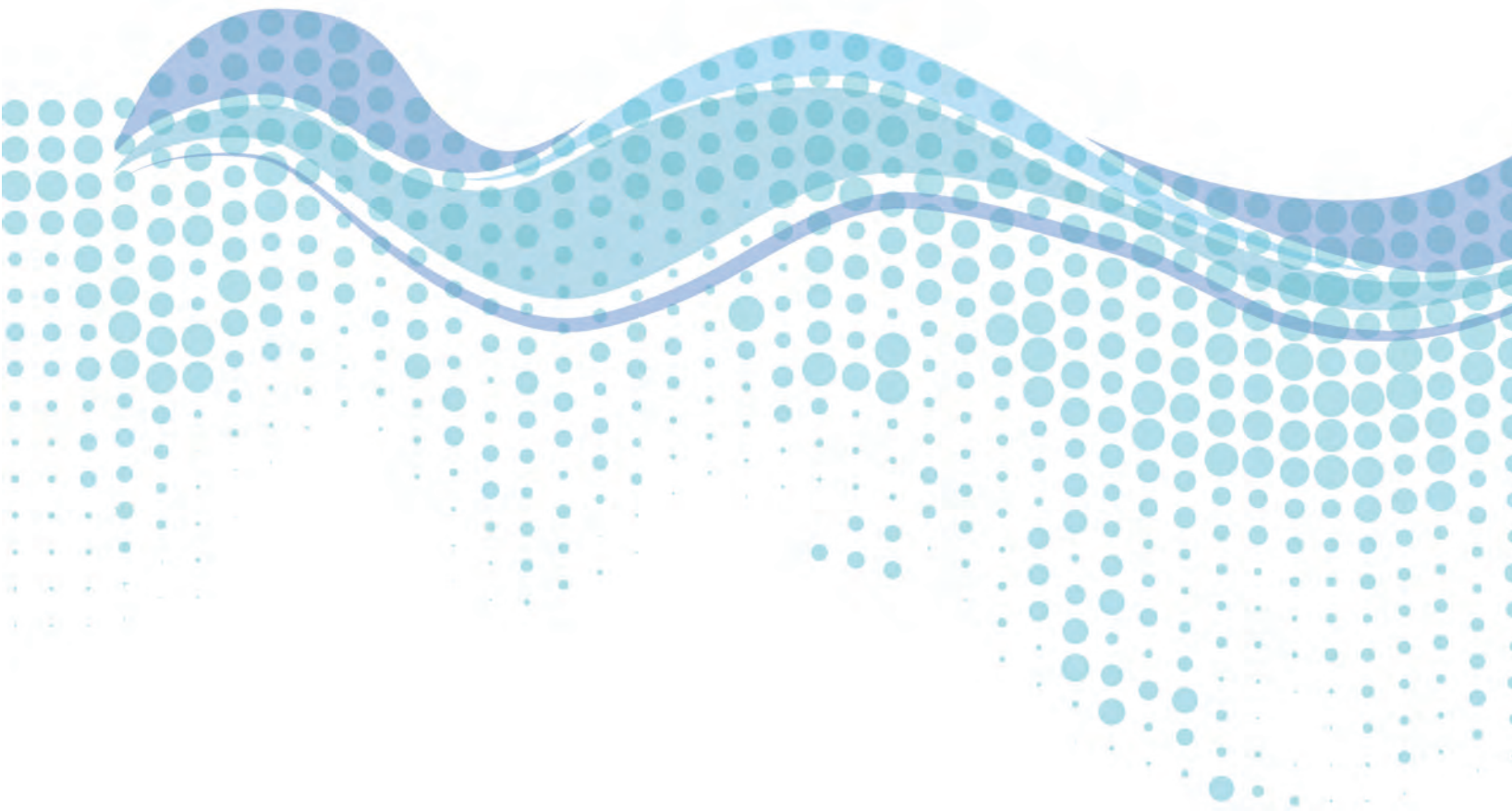
Los objetivos de Guardarenas son los siguientes:

- Medir y analizar los cambios que sufre el entorno playero mediante un enfoque multidisciplinario.
- Ayudar a los grupos Guardarenas, con la colaboración de la población local, a que utilicen la información de que disponen y sus conocimientos en la gestión racional y mejora de las playas.
- Integrar el enfoque Guardarenas en los sistemas de educación formal e informal y contribuir a la educación para el desarrollo sostenible.
- Contribuir a comprender como afecta el cambio climático a las playas arenosas.
- Aumentar la resistencia de los ecosistemas y contribuir a la adaptación al cambio climático.

Para cumplir dichos objetivos, la metodología Guardarena implementa cuatro ejes principales:

- Monitoreo de la playa:
 - » Uso de playa por parte de las personas
 - » Residuos que se encuentran en la playa
 - » Calidad del agua

- » Erosión y acreción
- » Composición de la playa
- » Las olas
- » Corrientes litorales
- » Las plantas y los animales
- Recopilación de la información:
 - » Realización de cuadro con datos recopilados
 - » Realizar análisis estadísticos sencillos
- Comunicar los resultados:
 - » Realización de reuniones y presentaciones
 - » Utilizar sitios web
- Evaluar las actividades relacionadas con la playa y que se cumpla lo establecido para:
 - » Mejorar la playa
 - » Atacar el problema detectado
 - » Promover la adaptación al cambio climático



4

Resumen general de los indicadores

Para caracterizar los objetos de conservación del Área Silvestre Protegida (ASP) y asegurar su viabilidad en el largo plazo se mide su integridad ecológica. Esta es una herramienta para valorar si el ASP está cumpliendo los objetivos para lo cual fue creada, a partir de los Elementos Focales de Manejo, establecidos en el Plan General de Manejo. La integridad ecológica se compone de tres categorías:

TAMAÑO

Mide el área de abundancia u ocurrencia del elemento focal de manejo. Una disminución en el tamaño mínimo y el número de hábitats naturales puede llevar a la desaparición de especies individuales.

CONTEXTO PAISAJÍSTICO

Mide el grado en que los paisajes facilitan o impiden el movimiento de recursos entre diferentes hábitats o comunidades. Directamente relacionado con el grado de conectividad del hábitat, procesos de fragmentación, interrupción o agregación de hábitats.

CONDICIÓN (Composición y Estructura)

Mide los procesos bióticos y abióticos dentro de la zona de ocurrencia del elemento focal de manejo. Incluye factores como: reproducción, composición biológica, estructura biológica, características ambientales, perturbaciones naturales y factores abióticos.

Los indicadores necesarios para la evaluación de las costas arenosas ante el cambio climático se pueden apreciar en la Figura 1, los cuales pueden ser llevados a cabo siguiendo las instrucciones en este documento. Los indicadores, miden características del medio e impactos, como calidad de agua y presencia de residuos sólidos.

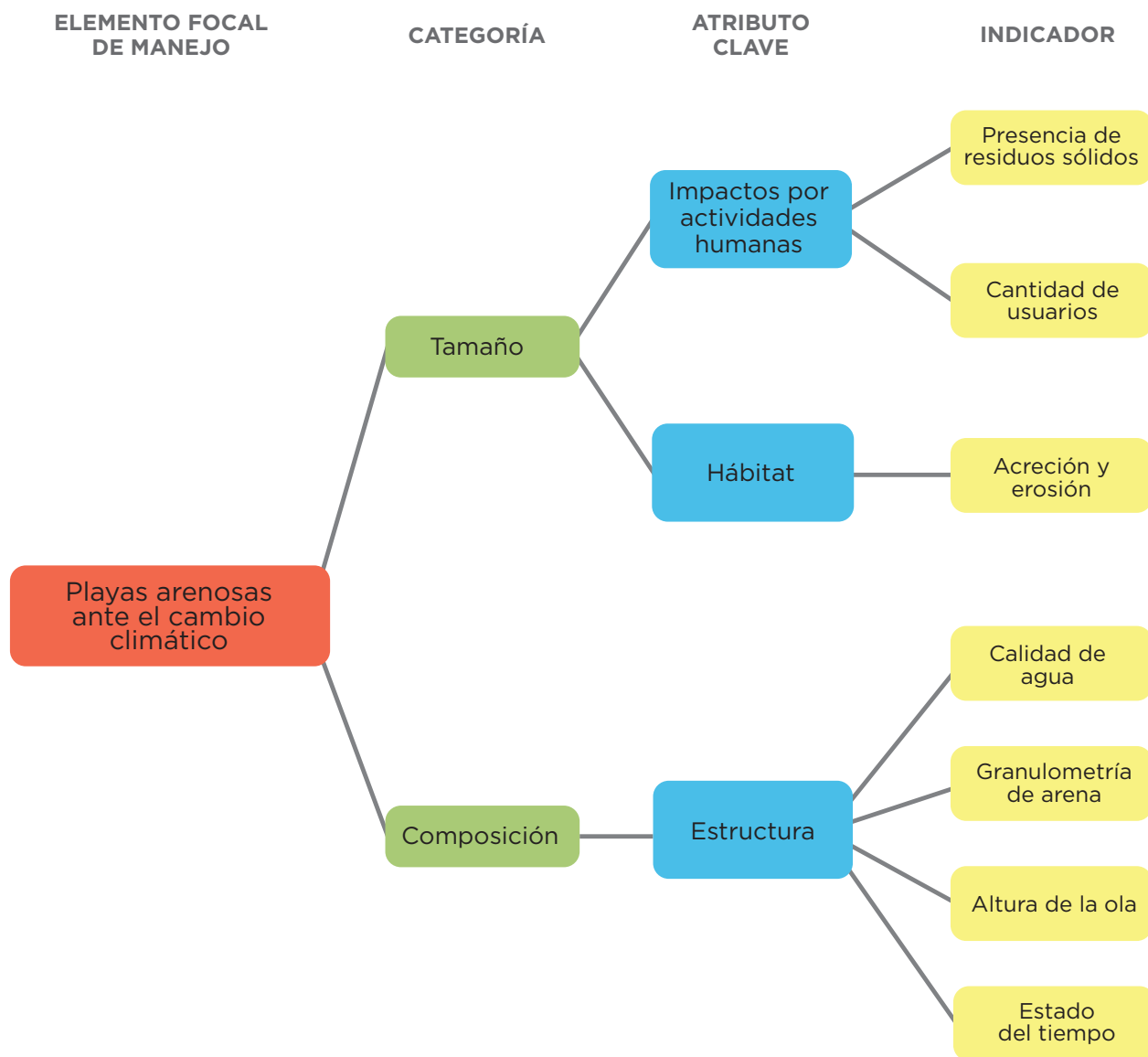


FIGURA 1. Esquema de los indicadores de cada atributo para el elemento focal de manejo: playa arenosa.

5

Indicadores para el monitoreo ecológico marino

INDICADOR 1

Medición del estado del tiempo

ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:

Playas arenosas ante el cambio climático

CATEGORÍA: Composición

INDICADORES A MEDIR: Temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento

OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: Observar si se dan variaciones drásticas en el tiempo y por ende afectaría el clima en el Área a mediano y largo plazo, repercutiendo en el ecosistema local

METODOLOGÍA: Para realizar estas mediciones se pueden emplear instrumentos de medición sencillos como termómetro, anemómetro, probetas, higrómetro, entre otros. Para efectos de realizar las mediciones en el RNVSPH-PM, lo que se recomienda es adquirir una mini estación meteorológica, la cual puede hacer las mediciones sin necesidad de estar manipulando instrumentos y llevando un registro digital de los indicadores de forma diaria.

La mini estación meteorológica deberá instalarse en el Refugio, en un lugar plano, seguro y colocado en una zona despejada de árboles o arbustos, los cuales podrían afectar las mediciones

VERIFICADORES: Valores fuera de los rangos mínimos y máximos de temperatura, humedad, precipitación, velocidad y dirección del viento

ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:

Eventos extremos secos:

- Lluvia anual (mm y %): -850 (-22%) con 3931 mm anuales de promedio
- Temperatura máxima: 31.2 °C con un promedio anual de 31°C
- Temperatura mínima: 22°C con un promedio anual de 22.7°C

Eventos extremos lluviosos:

- Lluvia anual (mm y %): 945 (+24%)
- Temperatura máxima: 30.2°C
- Temperatura mínima: 22.2°C

Para realizar estas mediciones se pueden emplear instrumentos de medición sencillos como termómetro, anemómetro, probetas, higrómetro, entre otros. Para efectos de realizar las mediciones en el RNVSPH-PM, lo que se recomienda es adquirir una mini estación meteorológica, la cual puede hacer las mediciones sin necesidad de estar manipulando instrumentos y llevando un registro digital de los indicadores de forma diaria.

En la siguiente figura se muestra una mini estación meteorológica para cumplir con los requerimientos.



FIGURA 2. Mini estación meteorológica. (Fuente: <http://www.ambientweather.com/amws1000wifi.html>).

Esta mini estación puede medir la temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento y la precipitación, además de la radiación solar y esta sincronizada con una tableta de forma inalámbrica, la cual se mantiene dentro de la casa. De igual forma posee una tarjeta de memoria, en donde se almacena la información diaria y posteriormente se descarga en la computadora para analizar la información recopilada. (Ver Anexo 1 para características completas y costo de la estación).

● Como interpretar el indicador

Las mediciones mostrarán como cambia el clima día a día. El régimen de precipitación del Pacífico Central está modificado por la posición geográfica (al sureste) y la protección de la cadena montañosa de la Fila Brunqueña. El clima es tropical con estación seca corta y moderada y un período lluvioso muy severo y largo presente sobre todo hacia el sur de la región.

Por lo que por efectos del cambio climático la precipitación puede disminuir durante el período lluvioso (de mayo a noviembre) y es posible observar un aparente veranillo durante el

mes de agosto. En eventos lluviosos, la temperatura máxima baja en forma más pronunciada que la temperatura mínima siendo inferior al promedio casi todo el año, especialmente en setiembre y noviembre (IMN, 2008). Por lo que hacer las mediciones de los indicadores todo el año, puede ayudar a comprender el comportamiento de posibles escenarios de tiempo y clima en el RNVSPH-PM.

INDICADOR 2

Erosión y acreción

ELEMENTO FOCAL DE MANEJO: Playas arenosas ante el cambio climático	CATEGORÍA: Tamaño
INDICADORES A MEDIR: Aumento o disminución en la playa arenosa	
OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: Observar el cambio del tamaño de la playa día a día o por un período largo de tiempo, la erosión en la playa se da cuando se pierde arena u otros sedimentos, mientras que la acreción, se produce cuando la playa acumula arena u otros materiales. Esta erosión o acreción se da por factores humanos, como por ejemplo: extracción de arena, acarreo de sedimentos aguas arriba y el cambio climático	
<p>METODOLOGÍA: La medición la realizan dos personas. Utilizando una cinta métrica de 50 metros medir del mojón marcado, árbol, palmera o punto de GPS en la parte de la vegetación en la playa al punto de la pleamar, utilizando un poste. Hacer la medición en marea alta. La medición se debe hacer mensualmente en los siguientes puntos de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cocal, • Chanchera, • Almendros, • Backyard, • curva playa Hermosa, • casa de funcionarios y • el Canal <p>Utilizar la hoja de campo: Erosión de sedimentos en el RNVSPH-PM (Anexo 1) Consultar la tabla de mareas en la página web www.tablademareas.com</p>	
VERIFICADORES: Aumento o disminución de arena en la playa. Playa más ancha en época seca y menos ancha en época lluviosa	
<p>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:</p> <p>Hacer comparaciones mensuales que permitan tener datos de cuanto aumenta o disminuye el ancho de playa y determinar sectores con erosión extrema inferior a 20 metros, con erosión alta entre 30 y 50 metros, moderada entre 50 y 100 metros y baja superiores a los 100 metros.</p>	

Para hacer las mediciones se debe conocer las partes que conforman la playa, las cuales se detallan en la siguiente figura.

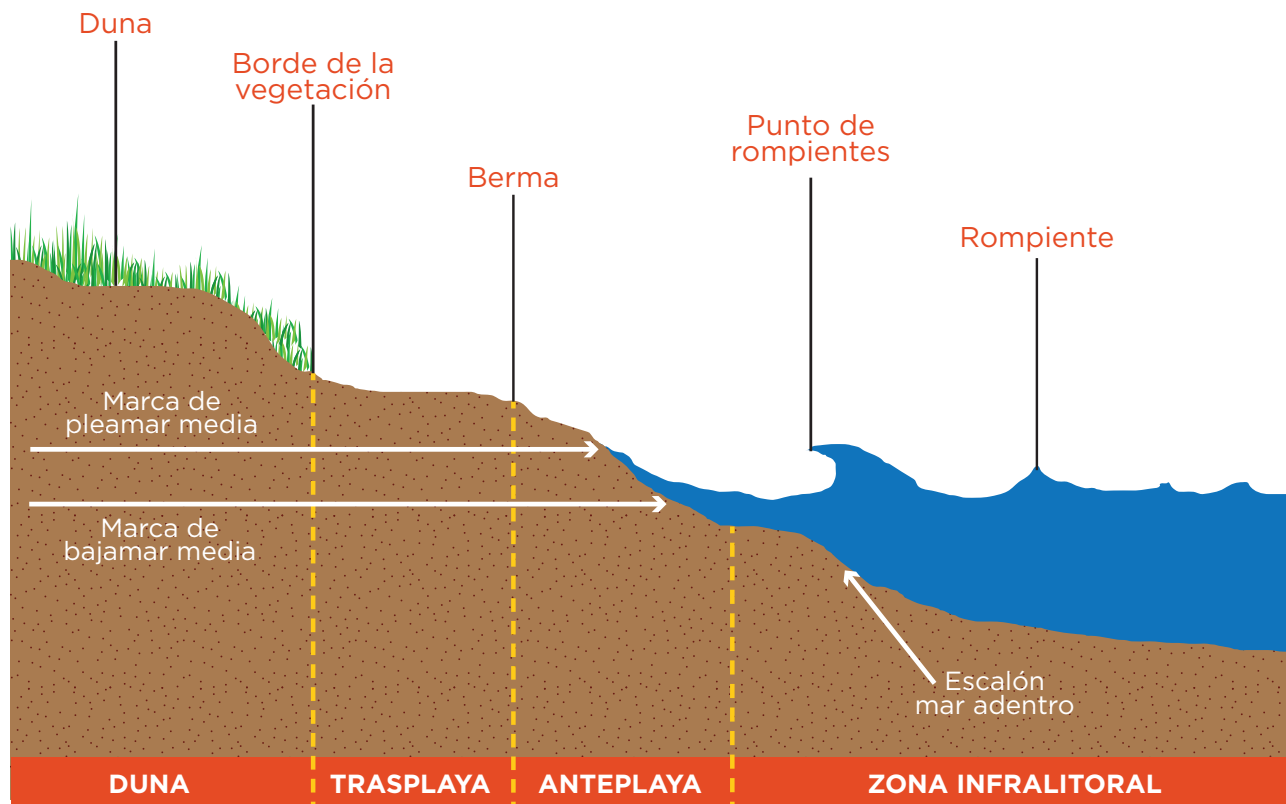


FIGURA 3. Sección transversal de una playa típica y las partes que la conforman (Basado en: UNESCO, 2012).

● Medición de la erosión

Para medir la erosión se debe tener bien claro donde se ubica la marca del pleamar, la cual es el punto más alto alcanzado por las olas, el cual puede quedar marcado, por ejemplo por una línea de residuos como algas, conchas o trozos de madera o por diferencia en color de la arena entre la parte de la playa mojada y la parte seca.

De esta forma se debe seleccionar un área que sirva de referencia para el punto de medición, el cual puede ser un edificio, árbol o palmera. Utilizando una cinta métrica de 50 metros medir del punto de referencia al punto de la pleamar con unidad de medida el metro.

● Como interpretar el indicador

Los datos mostrarán cómo ha cambiado la playa durante el período de vigilancia y si ha aumentado o no la cantidad de arena, es posible que una parte de la playa haya aumentado y otra haya disminuido. Al ser el RNVSPH-PM un área protegida, es posible que la erosión se

de forma lenta, la cual es producida por el aumento del nivel del mar, ya que una erosión moderada es producto de la acción antropogénica sobre el sistema litoral, su efecto se comienza a percibir luego de años de iniciada la alteración. Para el Pacífico costarricense desde hace 20 años hay evidencia que en la mayoría de las playas hay erosión. El fenómeno se acentúa más durante los ciclos de las mareas extraordinarias y/o en conjunción con el aumento del mar (Omar y Lizano, 2013).

INDICADOR 3

Granulometría de la arena*

ELEMENTO FOCAL DE MANEJO: Playas arenosas ante el cambio climático	CATEGORÍA: Composición
INDICADORES A MEDIR: Granulometría y color del sedimento	
<p>OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: El tipo de grano es el principal determinante de la fauna que habita en la playas de arena, un grano muy grueso alberga poca fauna, debido a la inestabilidad del sedimento, un grano muy fino puede ser muy compacto y tener pocos intersticios (espacios) entre los granos y poca oxigenación, teniendo poca fauna. Un grano medio o bien, sedimentos heterogéneos pueden contener más fauna.</p> <p>En lodos, el grado de oxigenación se puede ver por la coloración de este, así un grano negro es anóxico, gris un poco más oxigenado y el sedimento café a amarillo es el que albergaría más fauna.</p>	
<p>METODOLOGÍA: Tomar muestras de arena de cada playa. Cuando esté completamente seco se pesan 100 gramos y se pasan por un tamiz de 2000micras (2mm) y por uno de 63 micras y se pesan.</p> <p>En lodos se puede tomar una muestra con un tubo de pvc de 2 pulgadas, sacar la muestra y con una regla medir la longitud del sedimento de cada color, para medir el grado de anoxia. Puede hacer semestralmente en cada época climática.</p> <p>Los puntos de muestreo donde se deben tomar las muestras son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cocal, • Almendros, • curva playa Hermosa, • casa de funcionarios y • el Canal <p>Utilizar la hoja de campo: Composición de playa (Anexo 2)</p>	
VERIFICADORES: Porcentaje de limo-arcilla, arena, grava. Longitud del color del sedimento.	
<p>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:</p> <p>Debe compararse la granulometría mensualmente y anualmente, cambios drásticos pueden indicar variaciones en las corrientes, exceso de sedimentación. No debe tener un exceso (90%) de granos sobre las 2000 micras, ni bajo las 63 micras.</p>	

* Se utiliza el procedimiento establecido en el Protocolo para la Medición de la Integridad Ecológica de las Playas Rocosas y Arenosas con el uso de Indicadores Bióticos y Abióticos (Sibaja-Cordero, 2015).

La composición de la arena de playa es necesario estudiarla para determinar el tipo de materiales y el tamaño de los mismos que la conforma. Pueden estar compuestas por un solo tipo de material, como arena, o bien puede ser una mezcla de materiales como arena y grava y a su vez clasificarse en diferentes tamaños.

Entre los principales tipos de arena tenemos los siguientes:

- **Arena mineral:** compuesta por granos minerales y fragmentos de roca.
- **Arena biogénica:** compuesta por corales, algas rojas, esqueletos de crustáceos y conchas.
- **Mezcla de arena mineral y biogénica.**

A su vez es importante conocer el tamaño de los sedimentos que componen el arena de la playa que se desea monitorear:

- **Arcilla:** menos de 0.004 mm
- **Limo:** entre 0.004 y 0.08 mm
- **Arena:** entre 0.08 y 4.6 mm
- **Grava:** entre 4.6 y 77 mm
- **Guijarros:** entre 77 y 256 mm
- **Canto rodado:** más de 256 mm

Al estudiar la composición de la arena de la playa, también analizamos el origen de sus componentes. Por ejemplo la arena puede provenir de rocas del interior y haber sido arrastradas a la costa por ríos y arroyos, así como puede tener su origen en los arrecifes de coral y praderas submarinas.

● Como interpretar el indicador

Las variaciones que sufran el tamaño, la uniformidad y el tipo de componentes de la arena, proveerán información sobre las diferentes zonas de playa y los procesos que dan forma a estas zonas. Es de esperar que la arena cerca de la desembocadura de un río contenga más materia orgánica que la arena de la zona intermareas. Así como también por una fuerte acción de las olas, arrastra partículas de arena más fina dejando solo arena gruesa, mientras que en costas con un oleaje no tan intenso, se deposita la arena más fina. En cuanto a la uniformidad de los granos, si hay granos de tamaños muy distintos en la muestra, entonces no es suficientemente uniforme.

INDICADOR 4

Cantidad de usuarios en la playa

ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:

Playas arenosas ante el cambio climático

CATEGORÍA:

Tamaño

INDICADORES A MEDIR: Cantidad de personas en la playa en actividades de recreación, pesca y surf

OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: Registrar las actividades humanas realizadas en la playa, como: nadar, pescar, extraer arena, broncearse, entre otras. Las actividades humanas pueden tener un impacto negativo en la playa como puede ser el aumento de residuos sólidos. Con respecto a las consecuencias que el cambio climático pueda afectar las actividades de las personas en la playa tenemos un aumento del nivel del mar y por tanto disminución del área de recreación en la playa, mayor incidencia de rayos ultravioleta en la piel de las personas, desaparición de corales que son fuente de turismo para pobladores, así como disminución de especies para la pesca.

METODOLOGÍA:

Hacer un conteo de las personas que asisten a diferentes eventos masivos de surf durante el año. Y anotar sus actividades.

Utilizar la hoja de campo para registrar las actividades humanas (Anexo 3).

Se debe verificar el calendario de actividades masivas, como torneos de surf, verificar eventos en la siguiente página www.surfingcr.net/stage

El registro de las actividades humanas se debe realizar en el sector de Playa Hermosa.

VERIFICADORES: Porcentaje de bañistas, personas tomando el sol, haciendo picnics, pescadores, surfistas, a caballo y en vehículos automotores.

ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:

Un alto porcentaje de actividades que puedan perjudicar la playa, puede ocasionar aumento de residuos sólidos en la playa, compactación de la arena, fogatas, vehículos en zonas de anidación de tortugas marinas.

Un alto porcentaje de actividades que no perjudican la playa o que sean beneficiosas para esta, ocasiona un lugar atractivo para visitantes.

Por “actividad humana” se entiende todo lo que hagan las personas en la playa, desde merendar hasta nadar, y desde extraer arena hasta pescar. Cualquiera de estas actividades, o todas ellas, pueden afectar el medio ambiente playero: es posible que quienes meriendan en la playa, por ejemplo, dejen mucha basura que podría causar mal olor y atraer moscas.

● Como interpretar el indicador

Con toda seguridad, el cambio climático tendrá efectos en muchas de estas actividades. Por ejemplo, si hay un arrecife de coral que es popular para buzos y nadadores, como consecuen-

cia del aumento de la temperatura de la superficie del mar este podría decolorarse y ya no resultar un lugar atractivo para ellos. Muchas personas asocian el tiempo en la playa como un momento de diversión para estar a los aires libres y expuestos al sol. Sin embargo, una exposición prolongada a la radiación ultravioleta, unida a los efectos del cambio climático (aunque no directamente causada por este), puede agravar las enfermedades dermatológicas y oculares de los seres humanos. Una playa con alto porcentaje de residuos sólidos, afecta el paisaje y se vuelve poco atractiva para los visitantes.

INDICADOR 5

Residuos en la playa

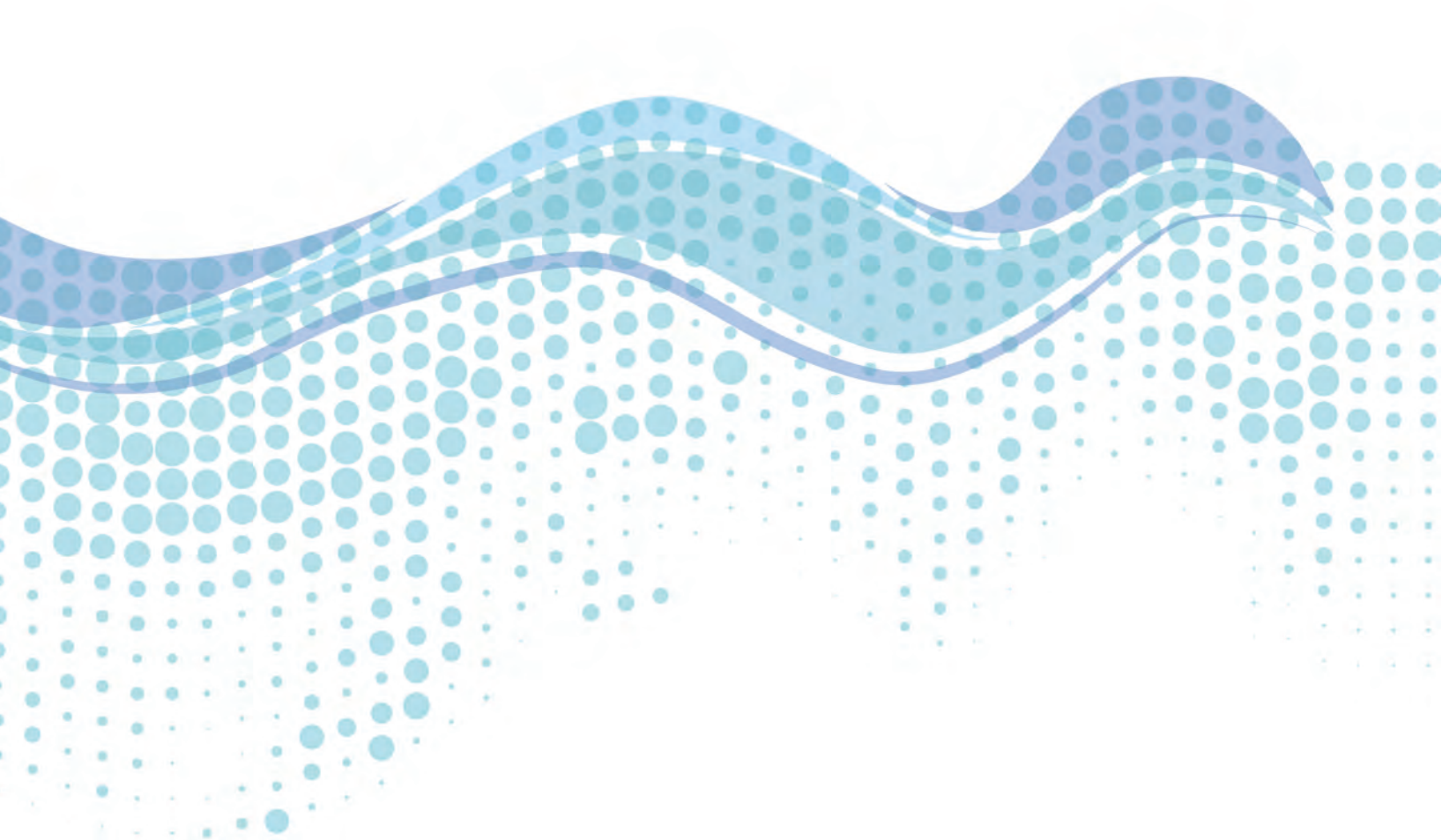
ELEMENTO FOCAL DE MANEJO: Playas arenosas ante el cambio climático	CATEGORÍA: Tamaño
INDICADORES A MEDIR: Cantidad, peso y procedencia de los residuos sólidos en la playa	
<p>OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: Cuantificar y clasificar los residuos sólidos en la playa. Los residuos sólidos en la playa generan problemas al cambiar el paisaje y hacerlo no atractivo para turistas y bañistas, así como acarrear problemas sanitarios tanto para las comunidades cercanas y los visitantes.</p> <p>Con respecto al cambio climático y como una forma de reducir los impactos en los ecosistemas marinos, es recomendable mantener la playa limpia de residuos sólidos, contribuyendo de esta forma a que el ecosistema se mantenga saludable.</p>	
<p>METODOLOGÍA: Se establece un área de 3 metros de ancho desde la vegetación hasta la berma. Todos los residuos que se recolecten son clasificados por tipo: plástico, vidrio, metal, madera y varios. Posteriormente se contabilizan y se pesan.</p> <p>Se debe emplear balanza, guantes y bolsas de plástico para la recolección y pesaje de los residuos sólidos.</p> <p>Se utiliza la hoja de recolección de residuos para anotar el tipo y cantidad de lo recolectado (Anexo 4).</p> <p>Se debe hacer la recolección de residuos en los meses de abril y octubre de cada año en los siguientes puntos de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Playa Hermosa y • El Cocal 	
VERIFICADORES: Cantidad de kg y tipo de residuos de plástico, madera, metal y papel.	
<p>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:</p> <p>Una alta cantidad de boyas de pesca o plásticos con etiquetas que indican que fueron hechos para ser usados en otro país o que provengan de territorios cuenca arriba, indica residuos provenientes del mar por corrientes marinas.</p> <p>Una alta cantidad de recipientes desechables, llantas, tetrapack, colillas de cigarro y bolsas plásticas es indicativo de personas que usan la playa o que viven en los alrededores o cuenca arriba.</p>	

Los residuos sólidos que se encuentren en las playas, tanto naturales como artificiales son arrastrados hacia la playa por las olas o transportados por los ríos, así como los que dejan las personas que visitan la playa.

De igual forma resulta importante determinar el tipo de residuo que llega a la playa y de esta forma obtener información de conocer de donde provienen, para llevar a cabo actividades que permitan realizar actividades de sensibilización y disminuir el impacto en la playa.

● Como interpretar el indicador

Las mediciones mostrarán las cantidades y tipos de residuos que se encuentran en el RNVSPH-PM y si se repiten en diferentes épocas del año, mostrando variaciones en función del tiempo.



INDICADOR 6

Calidad del agua

ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:

Playas arenosas ante el cambio climático

CATEGORÍA: Composición

INDICADORES A MEDIR: Coliformes fecales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nitrato, fosfato, pH, temperatura y turbidez

OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: Medir la calidad del agua en diferentes puntos de muestreo. Es importante conocer la calidad de aguas costeras por razones de salud y seguridad, así como por su impacto visual. Las bacterias y virus portadores de enfermedades (o patógenos) que pueden encontrarse en los desechos humanos y animales representan una amenaza a los seres humanos al contaminar los mariscos, los peces, el agua potable y las zonas de baño. Consumir pescados y mariscos o incluso nadar puede causar hepatitis, trastornos gastrointestinales e infecciones.

METODOLOGÍA: Recoger la muestra de agua en un recipiente estéril con una capacidad de 250 mL. Dejar que el recipiente se llene, vaciarlo y tomar la muestra nuevamente. Llevar la muestra a laboratorio o utilizar el equipo de análisis portátil.

Para recoger la muestra se debe utilizar: guantes y frascos estériles de 250 mL.

Para el análisis de las muestras se pueden emplear dos métodos portátiles que sustituyen el enviar las muestras a un laboratorio (ver Anexo 5).

Las muestras deben analizarse de forma semestral, preferiblemente en un mes de la época seca y otro de la época lluviosa.

Los puntos de muestreo a recolectar muestras son:

- Playa Hermosa,
- casa de funcionarios y
- El Cocal

VERIFICADORES: Parámetros de calidad de agua establecidos por el Ministerio de Salud y MINAE. Decreto N° 33903-MINAE-S del año 2007.

ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:

- **Coliformes:** la presencia indica si hay o no contaminación por aguas residuales.
- **Oxígeno disuelto:** disminución o no del oxígeno en el agua.
- **DBO:** a mayor nivel peor es la calidad del agua.
- **Nitrato:** si hay exceso mayor crecimiento vegetal y una floración de algas.
- **Fosfato:** niveles altos, causa excesivo crecimiento de las plantas.
- **pH:** indica si el agua es muy alcalina o muy ácida.
- **Temperatura:** al haber cambios bruscos afectan procesos químicos y biológicos.
- **Turbidez:** alta turbidez indica mucha presencia de materia orgánica y minerales.

La calidad del agua depende también del nivel de nutrientes. Estos son las sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas que los organismos necesitan para vivir. Los nutrientes de mayor interés en las aguas costeras son los nitratos y los fosfatos. En cantidades excesivas, estos nutrientes pueden causar un crecimiento acelerado de las plantas marinas, lo que provocaría una floración de algas. Las descargas de aguas residuales y los desperdicios domésticos y comerciales de la escorrentía derivada de tormentas lleva al mar provocan un exceso de nutrientes en las aguas costeras. Los detergentes y fertilizantes añaden grandes cantidades de nutrientes a ríos y arroyos y, en última instancia, al entorno marino.

Para la medición de la calidad de aguas en ecosistemas marinos, se deben tener en cuenta los siguientes indicadores:

- **Coliformes fecales:** presentes en forma natural en el tracto digestivo del ser humano, pero rara vez en aguas no contaminadas.
- **Oxígeno disuelto:** necesario para todos los organismos acuáticos para la respiración y la supervivencia.
- **Demanda bioquímica de oxígeno:** medida de la cantidad de oxígeno disuelto empleado por las bacterias al descomponer los desechos orgánicos en el agua.
- **Nitrato:** nutriente que necesitan todas las plantas y animales acuáticos para producir proteína.
- **Fosfato:** necesario para el crecimiento de plantas y animales.
- **pH:** mide la acidez o alcalinidad del agua.
- **Temperatura:** indica el rango de temperatura en el que se desarrollan los organismos.
- **Turbidez:** cantidad de sustancia y placton en suspensión en el agua.

● Como interpretar los indicadores

COLIFORMES FECALES

Las bacterias coliformes fecales no son dañinas en sí, pero pueden presentarse con patógenos intestinales (bacterias o virus) peligrosos para la salud humana. Por lo tanto, su presencia en el agua sirve como un indicador fiable de contaminación por aguas residuales o por materias fecales.

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto es un indicador importante de la calidad del agua y se mide como porcentaje de saturación. Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene de la atmósfera. Luego de disolverse en la superficie, por medio de las corrientes y de su mezcla, el oxígeno se distribuye por la columna de agua. Las algas y plantas acuáticas con raíces también le dan oxígeno al agua a través de la fotosíntesis. Los cambios naturales y los provocados por el hombre en el medio acuático pueden afectar a la disponibilidad de oxígeno disuelto. Por ejemplo, el agua fría puede retener más oxígeno que el agua caliente, y los altos niveles de bacterias de la contaminación por aguas residuales pueden hacer disminuir el porcentaje de saturación.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador de la cantidad de materia orgánica en el agua. En general, cuanto mayor es la demanda bioquímica de oxígeno, peor es la calidad del agua. Las fuentes naturales de materia orgánica son los organismos muertos y en descomposición. Sin embargo, las actividades humanas pueden aumentar en gran medida la materia orgánica mediante la contaminación derivada de las aguas residuales, los fertilizantes u otros tipos de desechos orgánicos. La descomposición de desechos orgánicos consume el oxígeno disuelto en el agua, que es el oxígeno que necesitan los peces y mariscos.

NITRATO

El exceso de nitrato provocará un mayor crecimiento vegetal y una floración de algas, lo que promoverá una competencia con la vegetación acuática nativa sumergida. El exceso de algas y plantas puede asfixiar los hábitats utilizados por la fauna acuática, y su descomposición puede causar un agotamiento del oxígeno. Entre las fuentes de nitrato de las aguas costeras se cuentan la escorrentía que contiene desperdicios de animales y fertilizantes de la agricultura, y las descargas de aguas residuales o afluentes de desechos.

FOSFATO

El fosfato es un elemento fundamental de las reacciones metabólicas. Las fuentes y los efectos del exceso de fosfato son similares a los de los nitratos. Unos niveles elevados de fosfato pueden causar un crecimiento excesivo de las plantas, una mayor actividad bacteriana y una disminución de los niveles de oxígeno disuelto.

pH

La escala de pH alcanza valores de entre 0 y 14. El valor 0 es muy ácido y el valor 14 es muy alcalino; el agua dulce suele tener valores de pH de entre 6,5 y 8,2. La mayoría de los organismos se han adaptado a vivir en un agua con un pH determinado y pueden morir si este cambia, aunque sea mínimamente. El nivel de pH puede verse afectado por los desechos industriales, la escorrentía de zonas agrícolas o el drenaje de operaciones mineras mal manejadas. El cambio climático está provocando una acidificación de los océanos, lo que significa que el pH disminuirá. Los océanos son naturalmente alcalinos y registran un pH promedio de $8,2 \pm 0,3$, aunque esto puede variar en las aguas cerca de la playa donde el pH se ve directamente alterado por el agua dulce de los ríos que desembocan en el mar.

TEMPERATURA

La temperatura afecta a muchos procesos físicos, biológicos y químicos, por ejemplo, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua, la tasa de fotosíntesis de las plantas, los índices metabólicos de los animales, y la sensibilidad de los organismos a los desechos tóxicos, parásitos y enfermedades. Por lo general se mide en grados Celsius. Muchos factores afectan a la temperatura del agua. Estos incluyen cambios en la temperatura del aire, la nubosidad, las corrientes y por supuesto –a largo plazo– el cambio climático. Los desechos vertidos en el agua también pueden afectar a la temperatura, si la temperatura en que se elaboran o tratan los afluentes es sustancialmente diferente a la de las aguas en las que se vierten.

TURBIDEZ

La turbidez suele medirse en unidades arbitrarias llamadas Unidades de Turbidez de Jackson (JTU, por su sigla en inglés). La materia suspendida por lo general consiste en residuos orgánicos, plancton y materia inorgánica, como arcilla, tierra y partículas de roca. La turbidez es una medida de la claridad del agua y no debe confundirse con el color, ya que el agua de color oscuro también puede ser clara, no turbia. Una gran turbidez afecta el disfrute estético del agua y, en el caso de zonas de recreo, puede ocultar peligros para los bañistas y navegantes. Entre los efectos ambientales cabe mencionar una menor penetración de luz que provoca un menor crecimiento vegetal y reduce, a su vez, la fuente de alimentación de invertebrados y peces. Si la turbidez es causada mayormente por partículas orgánicas, su descomposición microbiana puede conducir al agotamiento del oxígeno.

INDICADOR 7

Características de las olas

ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:

Playas arenosas ante el cambio climático

CATEGORÍA: Composición**INDICADORES A MEDIR:** Altura de la ola

OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN: Medir la altura de la ola, las cuales se forman por el viento que sopla en el agua, así como por fenómenos naturales como huracanes y corrientes de resaca. Se prevé que el cambio climático alteraría el sistema de vientos afectando a las costas de todo el mundo. Las olas mueven residuos marinos entre la playa y la zona infralitoral. En las zonas tropicales expuestas a huracanes, tormentas y ciclones se prevé que estos fenómenos sean más fuertes e intensos.

METODOLOGÍA:

Hacer una estimación de la altura de la ola, por medio de la observación y utilizando como referencia las siguientes páginas web http://es.surf-forecast.com/weather_maps/Costa-Rica <http://www.surfline.com/home/index.cfm> <http://es.magicseaweed.com/> <http://www.miocimar.ucr.ac.cr/> para hacer las estimaciones del tamaño de las olas.

Emplear binóculos y la hoja de campo para anotar características de las olas (Anexo 6).

Hacer las estimaciones de forma quincenal, una en la mañana y otra en la tarde.

VERIFICADORES: Cambios en la altura de la ola con el tiempo, mediante promedios quincenales correlacionando los cambios sufridos con el ancho de playa o la cantidad de residuos presentes en la playa.

ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:

Oleajes superiores a los 3.10 metros provocan inundaciones y procesos de erosión intensos.

Las tres características principales de las olas son la altura, la longitud y la dirección de dónde viene la ola. La figura 4 muestra un diagrama de una ola simple. La altura de la ola es la distancia vertical desde la cresta de la ola hasta el valle. El período de la ola es el tiempo medido en segundos entre dos crestas sucesivas. La dirección de la ola es la dirección desde donde se aproxima.

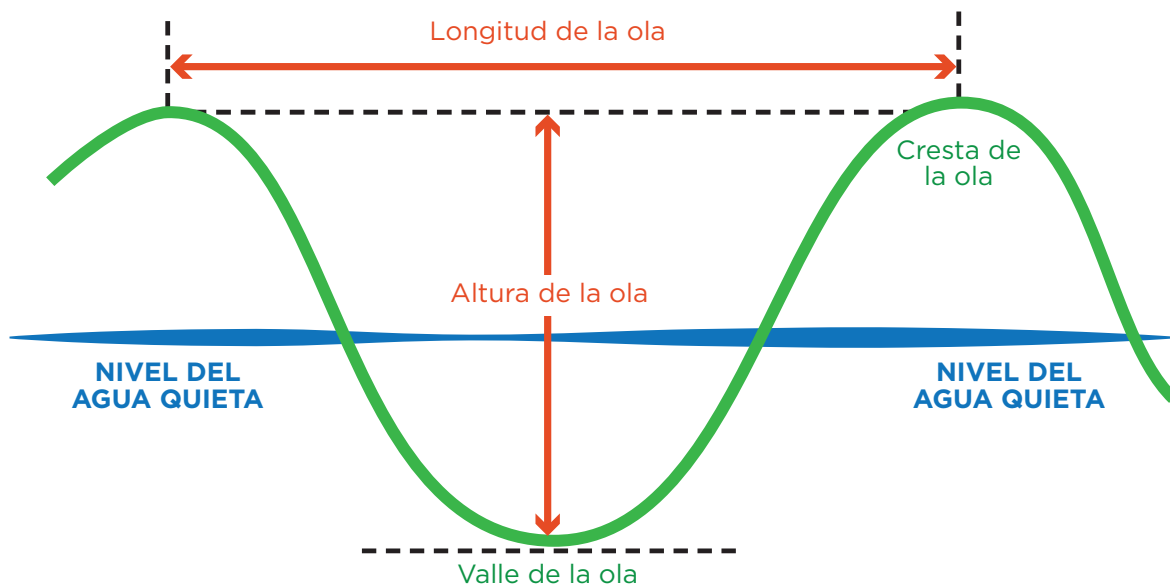


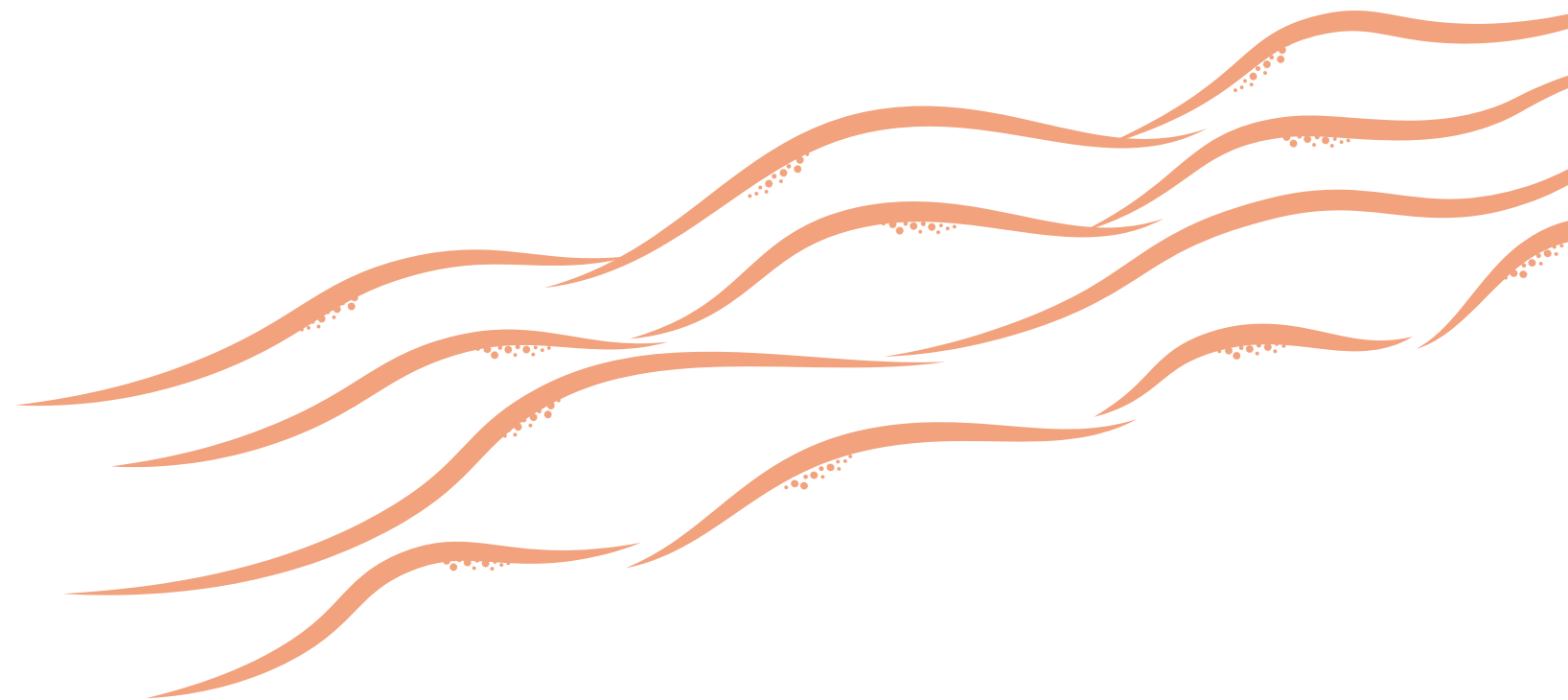
FIGURA 4. Diagrama de una ola simple.

● Como interpretar el indicador

Las mediciones mostrarán como cambian las características de las olas con el tiempo, estas mediciones están correlacionadas con la medida de la erosión de la playa y la cantidad de residuos presentes en la playa, así como fenómenos meteorológicos donde aumenta la velocidad del viento. Durante el Fenómeno El Niño del 97-98 se registraron elevaciones adicionales del mar de entre 30 y 60 cm en la costa del Pacífico Central de Costa Rica (Lizano, 1997), Lizano y Salas (2001). En ese mismo año se presentó una de las mareas astronómicas más altas en su ciclo de los 4-5 años. Esto causó inundación en toda la costa del Pacífico de Costa Rica en períodos alrededor de los equinoccios, que junto con la aparición de oleajes altos, iniciaron procesos de erosión intensos.

Referencias

- Instituto Meteorológico Nacional. 2008. Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica. Comité Regional de Recursos Hidráulicos. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 75 pp.
- Lizano, O.G. 1997. Las mareas extraordinarias de 1997 en la costa Pacífica de Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 4(2), 169-179.
- Lizano, O.G. & Salas, D.M. 2001 Variaciones geomorfológicas de la Isla Damas, Quepos en los últimos 50 años. "Ecosistemas Acuáticos de Costa Rica". *Rev. Biol. Trop.*, 49 (Supl. 2), 171-177.
- Omar G. Lizano R. Erosión en las playas de Costa Rica, incluyendo la Isla del Coco. *Intersedes*. (6-27) Vol. XIV. N° 27. 2013. ISSN 2215-2458
- Sibaja-Cordero, J.A. 2015. Protocolo para la medición de la integridad ecológica de las playas rocosas y arenosas con el uso de indicadores bióticos y abióticos. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica. 90pp.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2013. Plan General de Manejo 2014-2018- Refugio Nacional de Vida Silvestres Playa Hermosa-Punta Mala: 18-. Refugio Nacional de Vida Silvestres Playa Hermosa-Punta Mala -Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC). Aguirre-Costa Rica. 113 pags.
- UNESCO. 2012. Guardarenas: Adaptarse al cambio climático y educar para el desarrollo sostenible. París: UNESCO, 146 páginas



ANEXO 1

Erosión y acreción de sedimentos en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Fecha: _____

Instrucciones:

1. Con una cinta métrica, desde el mojón seleccionado, mida hasta el punto de marea alta.
2. Recopile los datos en la siguiente tabla.

Sector	# Mojón	Hora	Medida ancho de playa (metros)

Responsable de tomar datos: _____

ANEXO 2

Composición de playa en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Fecha: _____

Instrucciones:

1. Pesar 100 gramos de arena seca.
2. Pasarlo por los tamices.
3. Pesar el material retenido en cada tamiz.
4. Calcular el porcentaje de la siguiente manera: peso del tamiz/ peso total de arena x 100.
5. Caracterizar los tipos de material de la siguiente manera:
 - a. $> 2 \text{ mm}$ = grava
 - b. $\leq 2 \text{ mm}$ = arena
 - c. $\leq 0.063 \text{ mm}$ = Limo y arcilla
6. Recopile los datos en la siguiente tabla.

Sector/Mojón	% de grava	% de arena	% de limo y arcilla

Responsable de tomar datos: _____

ANEXO 3

Actividades humanas en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Fecha: _____

Sector: _____

Evento: _____

Instrucciones:

1. Hacer un conteo de las personas presentes en la playa en la mañana y en la tarde.
2. Recopile los datos en la siguiente tabla.

Actividad	HORA						
	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
Número de bañistas							
Número de personas tomando sol							
Número de personas haciendo picnics							
Número de pescadores							
Número de surfistas							
Número de personas montando a caballo							
Número de personas en vehículos automotores							

Observaciones:

Responsable de tomar datos: _____

ANEXO 4

Residuos en Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Fecha: _____

Sector / mojón: _____

Instrucciones:

- Establecer un área de tres metros de ancho para la recolección de los residuos, el área debe partir desde la vegetación hasta la berma.
- Utilizando guantes y bolsas, recolecte todos los residuos que se encuentran en el área designada.
- Una vez hecha la recolección lleve los residuos a un área donde pueda hacer la separación.
- Utilizando la siguiente tabla, cuente la cantidad de residuos por tipo y anote la cantidad en el recuadro, posteriormente debe pesarlos en su totalidad.

DE PLASTICO

	Cant. de unidades		Cant. de unidades
aplicadores de tampones	[]	juguetes	[]
aros para sujetar bebidas enlatadas	[]	lámina de plástico de más de 2 pies (60 cm)	[]
aros de protección para cintas de computadoras	[]	lámina de plástico de 66 cm o menos	[]
bolsas de basura	[]	línea (cuerda) de pescar	[]
bolsas plásticas de comida/envoltura, chucherías	[]	pañales	[]
bolsas plásticas de sal	[]	pedazos de plástico	[]
bolsas plásticas de otro tipo	[]	popotes, pitillos, sorbetos, pajitas	[]
botellas plásticas de aceite, lubricante	[]	protectores de roscas de tuberías	[]
botellas plásticas de bebidas, gaseosas	[]	redes de pesca	[]
botellas plásticas de cloro, limpiadores, detergentes	[]	sacos/costales de malla	[]
botellas plásticas de leche, para agua	[]	señuelos, flotadores, carnada	[]
botellas plásticas de otro tipo	[]	cascos	[]
cubetas, baldes	[]	tapas, chapas	[]
cuerda, sogas	[]	varillas luminosas, varas de luz	[]
encendedores	[]	Vasos, utensilios	[]
filtros de cigarrillos (cigarrillos)	[]	otros plásticos	[]
flejes, bandas de embalaje	[]	Peso kg plásticos	[]
jeringas (jeringuillas)	[]		[]

ANEXO 5

Métodos para el análisis de calidad de agua para el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Opción 1: Equipo portátil para análisis de calidad de agua.

“YSI Professional Plus” es un instrumento portátil para llevar a cabo la medición de diferentes parámetros para calidad de agua. Puede almacenar hasta 5000 datos los cuales también se pueden descargar a la computadora por medio de un puerto USB y un software para el análisis de la información.

El instrumento utiliza una sonda la cual se coloca dentro de la muestra para hacer las mediciones, las cuales pueden incluso hacerse en el campo directamente.

Empresa: www.ysi.com

Opción 2: Equipo portátil para análisis de calidad de agua.

“Green Program” es un kit de productos químicos y reactivos que permiten hacer análisis de agua sin necesidad de contar con un laboratorio químico-microbiológico, con este kit se pueden analizar 100 muestras para determinar coliformes totales, oxígeno disuelto, DBO, nitratos, fosfatos, pH y turbidez.

Para realizar cada prueba el kit contiene un manual paso a paso para llevar a cabo el análisis, sus reactivos y guía para determinar el valor del análisis.

Empresa: Forestry Suppliers www.forestry-suppliers.com

ANEXO 6

Calidad de agua en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Fecha: _____

Instrucciones:

1. Seleccione el punto en donde tomará las muestras de agua.
2. Colóquese guantes para recolectar las muestras.
3. Abra el recipiente y enjuáguelo tres veces y tome la muestra.
4. Tape y colóquelo en el recipiente.
5. Si envía al laboratorio, asegúrese que vayan bien tapadas e identificadas.
6. Si analiza las muestras use el manual respectivo.
7. Recopile los datos en la siguiente tabla.

Sector/Mojón	pH	O ₂ Disuelto mg/l	Turbidez U.N.T	Nitratos mg/l	Fosfatos mg/l	DBO mg/l	Temperatura °C	Coliformes fecales NMP/100 ml

Responsable de tomar datos: _____

Protocolo para el Monitoreo de la Dinámica de las Playas Arenosas ante el Cambio Climático

Estudio de caso: Refugio Nacional de Vida Silvestre
Playa Hermosa-Punta Mala

Este es un producto del proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas del SINAC, contratado por el PNUD con fondos del GEF

