

# PROTOCOLO INDICADOR

## Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>)

INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)





# INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)

## PROCOLO INDICADOR Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SUBSISTEMA DE  
ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA

Proyecto COL75241

PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD  
EN EL CARIBE SUROCCIDENTAL

Proyecto GRT/FM-11865-CO





### Directivos InveMar

Director General  
Francisco A. Arias Isaza

Subdirector de Coordinación Científica (SCI)  
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)  
Sandra Rincón Cabal

Coordinadora de Investigación e Información para Gestión Marina y Costera (GEZ)  
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)  
David A. Alonso Carvajal

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y Costeras (GEO)  
Constanza Ricaurte Villota

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)  
Luisa Fernanda Espinosa

Coordinador Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros (VAR)  
Mario Rueda Hernández

Coordinador de Servicios Científicos (CSC)  
Julían Mauricio Betancourt Pórtela



### Directivos del Proyecto

Directora Damcra-MADS  
Elizabeth Taylor

Directora General Parques Nacionales Naturales  
Julia Miranda Londoño

Director General CVS  
José Fernando Tirado

Director General Codechocó  
Teófilo Cuesta Borja

Director Ejecutivo Conservación Internacional  
Fabio Arjona

TNC Colombia - Director para el norte de los Andes y sur de Centroamérica  
Julio Carcamo

Director General Marviva  
Jorge Jiménez

Representante para Colombia WWF  
Mary Lou Higgins

Director Ejecutivo Patrimonio Natural  
Francisco A. Galán Sarmiento

Director del proyecto  
Francisco A. Arias Isaza

Grupo Núcleo Coordinador  
Francisco A. Arias Isaza  
David A. Alonso Carvajal  
Paula Cristina Sierra Correa  
Ángela C. López Rodríguez



Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

### Directivos Coralina

Director General Coralina  
Durecy Alison Stephens Lever

Subdirector Mares y Costas  
Erick Richard Castro González

Subdirectora Gestión Ambiental  
Opal Marcela Bent Zapata

Subdirectora Jurídica  
Farina Sarmiento del Río

Secretario General  
Pacheco Gordon Bryan

Jefe Control Interno  
William Austin Archbold

**Citar como:** Gómez-López, D. I., S. M. Navarrete-Ramírez, R. Navas-Camacho, C. M. Díaz-Sánchez, L. Muñoz-Escobar y E. Galeano. 2014. Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). InveMar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del InveMar No. 68, Santa Marta. 36 p.

**Palabras claves:** Praderas de pastos marinos, condición tendencia, integridad biótica, SeagrassNet, monitoreo, indicadores, Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP).

**Nota aclaratoria de límites:** Las líneas de delimitación presentadas en los mapas son una representación gráfica aproximada, con fines ilustrativos y no expresan una posición de carácter oficial. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (InveMar) no asume ninguna responsabilidad sobre interpretaciones cartográficas que surjan a partir de éstas.

**Obra completa:** Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)

**ISBN Obra completa:** 978-958-8448-66-4  
**Volumen:** Protocolo Indicador Condición Tendencia Pradera de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>)  
**ISBN Volumen:** 978-958-8448-71-8

**La versión digital de esta publicación está disponible en nuestro sitio web como obra independiente con ISBN 978-958-8448-72-5**

**Diseño y diagramación:** John Khatib, Carlos González (ediprint.com.co)  
**Impresión:** Ediprint Ltda.  
**Créditos fotográficos:** Programa BEM

InveMar  
Diana Isabel Gómez-López  
**Revisión de estilo:** Carolina María Vásquez-Zapata  
Se imprimen 500 ejemplares, Octubre de 2014  
©Derechos reservados según la ley. Los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

InveMar. Playa Salguero, El Rodadero. Santa Marta (Colombia)  
Tel: (57) (5) 4328600  
www.inveMar.org.co

## Reconocimiento al grupo de colaboradores

El proceso de construcción y elaboración del presente protocolo, contó con la participación y orientación de expertos nacionales, con amplia experiencia en el conocimiento de los bosques de manglar del país. Reconocemos el gran aporte que hicieron y agradecemos a ellos toda su contribución:

Angélica María Rodríguez-Rincón. Invemar.

Angélica María Batista-Morales. Invemar.

David A. Alonso Carvajal. Invemar.

Erick Richard Castro González. Coralina.

Nacor Bolaños. Coralina.

Giovanna Peñalosa. Coralina.

Carlos Ballesteros. Coralina.

David Acevedo Valencia. Coralina.

Luis Alberto Guerra. Coralina.

Martha Inés García. Coralina.

Rebeca Franke. Parques Nacionales Naturales, Dirección Territorial Caribe.

Marcela Cano Correa. Parques Nacionales Naturales. PNN Old Providence McBean Lagoon.

Vanburen Ward Bolívar. Parques Nacionales Naturales. PNN Old Providence McBean Lagoon.

Carlos Mauricio Herrera. Parques Nacionales Naturales. Nivel Central.

Claudia Marcela Sánchez. Parques Nacionales Naturales. Nivel Central.



# PRESENTACIÓN

Como parte de los compromisos adquiridos por Colombia en el marco de los proyectos “Diseño e implementación del subsistema de áreas marinas protegidas en Colombia” y “Protección de la biodiversidad en el Caribe suroccidental”, cofinanciados con recursos del GEF, y ejecutados por Invemar y Coralina respectivamente, se aunaron esfuerzos con el fin de diseñar y consolidar protocolos de monitoreo para los objetos de conservación más importantes dentro de las diferentes AMP del país. Estos protocolos parten de la experiencia alcanzada en Colombia en los últimos 15 años como el Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (Simac), la Red de Monitoreo de la Calidad de Aguas Marinas y Costeras (Redcam), y el Sistema de Información Pesquera (Sipein). La fortaleza de estos ha sido la aplicación con el SINA, específicamente las CAR costeras, el Sistema de Parques Nacionales Naturales y la academia.

El objetivo de estos protocolos de monitoreo para las AMP no solo tuvo en cuenta la necesidad de adquirir información robusta desde el punto de vista científico, con la selección de algunas mínimas variables, sino que fue importante revisar para su futura operatividad y mantenimiento en el tiempo, la capacidad instalada en cada una de las instituciones responsables de esta actividad, dado que la experiencia nos ha demostrado que cada vez se hace más difícil y costoso mantener sistemas de monitoreo que respondan a preguntas de manejo para las problemáticas locales y permitir de esta forma entender la dinámica y evaluar con menor incertidumbre la efectividad del manejo de las áreas.

Este trabajo fue realizado entre 2012 y 2014 en el marco de los dos proyectos logrando concertar que variables mínimas eran necesarias tomarlas en campo para responder a preguntas de manejo y gestión y de esta forma poder diseñar la red de estaciones específica en cada una de las áreas, partiendo de criterios como la zonificación del manejo y los usos permitidos o no que se desarrollan al interior del AMP.

FRANCISCO A. ARIAS ISAZA  
Director General de Invemar

DURCEY ALISON STEPHENS LEVER  
Director General de Coralina



# TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN                                                                           | 8  |
| PRADERAS DE PASTOS MARINOS                                                             | 10 |
| MONITOREO DE PRADERAS DE PASTOS MARINOS                                                | 12 |
| MATERIALES PARA EL MONITOREO                                                           | 13 |
| SELECCIÓN SITIOS DE MONITOREO                                                          | 15 |
| Instalación de estaciones permanentes de monitoreo                                     | 15 |
| METODOLOGÍA DE MONITOREO                                                               | 19 |
| Información general de cada parcela                                                    | 19 |
| Variables de monitoreo                                                                 | 20 |
| a) Densidad de vástagos ( <i>Thalassia testudinum</i> y <i>Syrindodium filiforme</i> ) | 20 |
| b) Densidad de herbívoros, densidad de carnívoros, densidad de detritívoros/omnívoros  | 22 |
| c) Afectación por <i>Labyrinhtula</i> spp.                                             | 22 |
| d) Afectación por invertebrados (aquellos que se encuentran sobre las hojas)           | 24 |
| e) Extensión                                                                           | 25 |
| f) Información complementaria                                                          | 25 |
| CÁLCULO DEL INDICADOR                                                                  | 26 |
| Fórmula para el cálculo del ICT <sub>PM</sub>                                          | 26 |
| REPORTE DEL INDICADOR                                                                  | 27 |
| Interpretación del indicador                                                           | 30 |
| Recomendaciones de manejo                                                              | 31 |
| BIBLIOGRAFÍA                                                                           | 32 |

## INTRODUCCIÓN

La integridad biótica deseable de un sistema natural se entiende como la condición en la cual tiene la capacidad de mantenerse equilibrado y adaptable, con su red de componentes y procesos completa y funcionando óptimamente, de forma equiparable a las condiciones prístinas o a un estado de referencia de la región (Karr y Duley, 1981; Karr, 1991; Angermeier y Karr, 1994; Campbell, 2000; Parrish *et al.*, 2003).

Establecer indicadores para proveer información sobre la condición y los cambios de los sistemas naturales, permite entender, por medio de medidas prácticas y cuantitativas, los conceptos abstractos de salud, integridad y estado de conservación de los mismos. Adicionalmente, estos indicadores facilitan la obtención de reportes de la condición ecosistémica, panorámicos e instantáneos, y la observación de cambios y desarrollo a través del tiempo. Lo anterior, con el fin de establecer diagnósticos tempranos, llevar un control eficiente, evaluar las medidas de manejo y conservación y, de ser necesario, tomar nuevas decisiones con efectividad y a tiempo.

Los indicadores de condición-tendencia (ICT) de los ecosistemas estratégicos marino costeros hacen parte de los indicadores de estado desarrollados por Invemar para evaluar la situación general de integridad o salud y sus cambios a través del tiempo, a diferentes escalas espaciales, de áreas coralinas someras, bosques de manglar y praderas de pastos marinos presentes en las áreas protegidas del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia (SAMP), sin que esto implique que no puedan ser utilizados en otras áreas fuera del subsistema.

Así mismo, con el objetivo de garantizar el mantenimiento en buenas condiciones de estos ecosistemas, los indicadores ha sido diseñados y ajustados para que tengan aplicabilidad viable en las distintas áreas marinas protegidas (AMP) y manejen métodos de monitoreo estandarizados y sostenibles, convirtiéndolos en herramientas prácticas de

comunicación, control y manejo que den respuestas comprensibles e inspiradoras, aumentando el impacto en la conservación colectiva del SAMP, como área de protección representativa de las costas y mares colombianos.

Es importante tener en cuenta que los ICT son una herramienta para generar información a partir de mediciones generales en los ecosistemas que permite integrar la información a escala regional y del SAMP; por lo tanto, al interior de cada AMP los actores comprometidos con su manejo y conservación podrán tener en cuenta el análisis de otros componentes de estos ecosistemas, no contemplados dentro de los indicadores, pero que ellos consideran relevantes para el monitoreo, manejo y control de su área.

Por lo anterior, el indicador de Condición-Tendencia de Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>) evaluará la condición general de integridad biótica y por tanto del estado de conservación de praderas de pastos marinos y sus cambios a través del tiempo, por medio de la incorporación de información de seis variables, que miden atributos estructurales y funcionales de este ecosistema en un solo valor numérico.

El valor del ICT<sub>PM</sub> es clasificado según una escala establecida, de tal forma que las praderas de pastos marinos evaluadas que se encuentren más deterioradas (condición general de integridad biótica en alerta y no deseable) tendrán los valores más bajos y las que se hallen más conservadas y estables (condición general de integridad biótica regular, buena y deseable) los valores más altos.

## PRADERAS DE PASTOS MARINOS

Los pastos marinos son plantas vasculares que viven y completan sus ciclos de vida totalmente sumergidas en medios salinos o salobres (Díaz *et al.*, 2003). Así mismo, representan uno de los más ricos e importantes ecosistemas marino-costeros del mundo, que soporta especies clave y ecológicamente fundamentales de todos los niveles tróficos (Orth *et al.*, 2006). Estos ecosistemas se encuentran distribuidos a nivel mundial prácticamente en todas las costas del globo terráqueo (exceptuando en la Antártida y gran parte de la costa del Pacífico de Suramérica). A pesar de ser un grupo taxonómico de amplia distribución, exhiben baja diversidad genética (aproximadamente 60 especies comparadas con las 250.000 que representan a las angiospermas terrestres) y actualmente 10 de las 72 especies que se reportan se encuentran en riesgo de extinción y tres en peligro crítico (Short *et al.*, 2011). En el Gran Caribe se han registrado nueve especies de pastos marinos, de los cuales seis están representados en el Caribe colombiano, siendo *Thalassia testudinum* la formadora de las praderas más representativas y comunes en el litoral costero.

Como ecosistema cumple un sinnúmero de funciones ecológicas entre las que se destacan la producción de fuentes directas e indirectas de alimento, el suministro de sustrato para la fijación de epífitos y su contribución en la recirculación de nutrientes y estabilización de sedimentos, además actúan como refugio y salacuna de vertebrados e invertebrados de importancia ecológica y comercial. Sumado a esto, las praderas sirven como un amortiguador de la energía proveniente de las olas y la marea, permitiendo la suspensión y estabilización de los sedimentos, creando ambientes de baja energía y protegiendo la línea de costa (Gómez-López, 2011). Adicional a esto, por lo general se encuentran estrechamente relacionados con otro tipo de comunidades, aunque en el trópico, las asociaciones son más bien interacciones complejas con comunidades de manglares y sistemas de arrecifes coralinos (Short *et al.*, 2008).

En el trópico, los pastos marinos ocupan una gran variedad de hábitats costeros; por lo general se encuentran presentes en la mayoría de estuarios y líneas de costa protegidas, someras y con fondos blandos. En algunos casos las praderas pueden ser monoespecíficas o estar constituidas por comunidades multispecíficas. En Colombia la composición de las praderas de pastos marinos está dada principalmente por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* y, en menor proporción, por *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens* (Gómez-López, 2011).

Por su ubicación en la zona infralitoral de las zonas costeras del mundo, han sido uno de los ecosistemas más afectados por la presión humana que ha producido directa e indirectamente extensos cambios en los océanos, costas, especies y hábitats (Short y Wyllie-Echeverria, 1996; Lotze *et al.*, 2006; Waycott *et al.*, 2009). Una síntesis de 215 estudios publicados mostraron que los pastos marinos han desaparecido a nivel global a una tasa de 110 km<sup>2</sup> por año entre 1980 y 2006 (Waycott *et al.*, 2009), algunos de los factores reconocidos en esta pérdida, que actúan independiente o sinérgicamente entre sí dependiendo de las zonas, han sido el incremento de nutrientes (Burkholder *et al.*, 2007) y sedimentos (Dennison *et al.*, 1993; De Boer, 2007), introducción de especies invasoras (Williams, 2007) o competencia por espacio (Heck *et al.*, 2008), malas prácticas de pesca y acuicultura (Pergent-Martini *et al.*, 2006), daños físicos por botes, anclas y hélices (Burdick y Short, 1999; Kenworthy *et al.*, 2002) y alteraciones de las zonas costeras por construcciones de infraestructuras o dragados (Erftemeijer y Lewis, 2006). Así mismo, la pérdida de hábitats y presencia de enfermedades (Sullivan *et al.*, 2013) amenazan a los pastos marinos produciendo grandes pérdidas en área e inextricablemente, de los servicios ecosistémicos que prestan. Entre las causas de pérdida naturales, se pueden citar huracanes, tormentas e inundaciones (Short *et al.*, 2008).

## MONITOREO DE PRADERAS DE PASTOS MARINOS

El monitoreo global de los pastos marinos fue reafirmado como una herramienta prioritaria en el Tercer Taller Internacional de Biología de Pastos Marinos (ISBW-3, por sus siglas en inglés) llevado a cabo en Filipinas en el año 1998 (Short *et al.*, 2008).

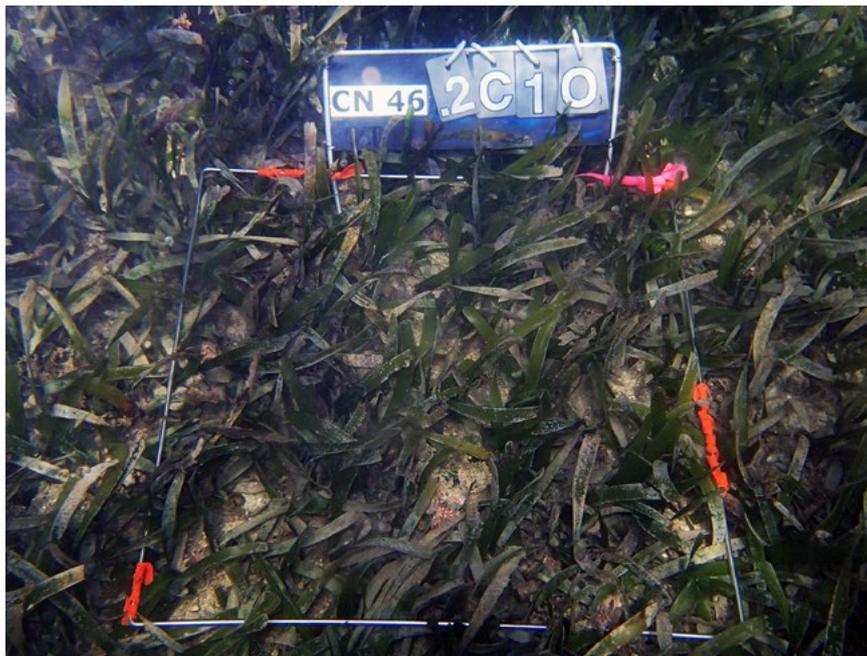
Las praderas se encuentran en los litorales marino-costeros, en la parte baja de las cuencas, recibiendo las descargas de una variedad de usos de suelo con fines agrícolas, urbanos e industriales. Sus valores ecológicos y localización en áreas con posibilidades de desarrollo turístico y portuario, han hecho de los pastos marinos un blanco útil de monitoreo para valorar la salud ambiental y los impactos ambientales que se desarrollen en las costas (Short *et al.*, 2008). Por esta razón, se consideran un ecosistema bioindicador, ya que las características básicas de estado del ecosistema se pueden medir directamente en las plantas y en su fauna asociada natural con facilidad.

## MATERIALES PARA EL MONITOREO

A continuación se listan los equipos y materiales que se requieren para realizar las actividades de monitoreo de praderas de pastos marinos, en función de la obtención de los datos de las variables que conforman el Indicador de Condición-Tendencia (Tabla 1).

**Tabla 1.** Materiales necesarios para el desarrollo de las actividades de monitoreo en praderas de pastos marinos (ICT<sub>PM</sub>):

| Ítem                                                               | Cantidad         |
|--------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Equipos</b>                                                     |                  |
| Geoposicionador (GPS)                                              | 2                |
| Cámara fotográfica + memoria SD                                    | 1                |
| Computador                                                         | 1                |
| Brújula                                                            | 1                |
| Equipos de buceo autónomo                                          | 1 por observador |
| <b>Materiales</b>                                                  |                  |
| Estacas tornillo de acero inoxidable                               | 6                |
| Martillos o mazos de 2 kg                                          | Mínimo 1         |
| Vara metálica de 20 cm                                             | 1                |
| Boya de 5 cm de diámetro                                           | 4                |
| Cuerda parafinada delgada                                          | 1 rollo          |
| Cinta métrica (flexómetro) de 50 m                                 | 3                |
| Cuadrantes de PVC de 50 × 50 cm subdivididos en cuartos (Figura 1) | 2                |
| Tablas acrílicas y formatos de campo                               | 2 por observador |
| Lápices                                                            | 2 por observador |
| <b>Transporte</b>                                                  |                  |
| Lancha                                                             |                  |
| Combustible para embarcación                                       |                  |
| Vehículo de transporte terrestre                                   |                  |
| Combustible para transporte terrestre                              |                  |



**Figura 1.** Cuadrante de 50 × 50 cm para monitoreo de pastos marinos. Foto Programa BEM.

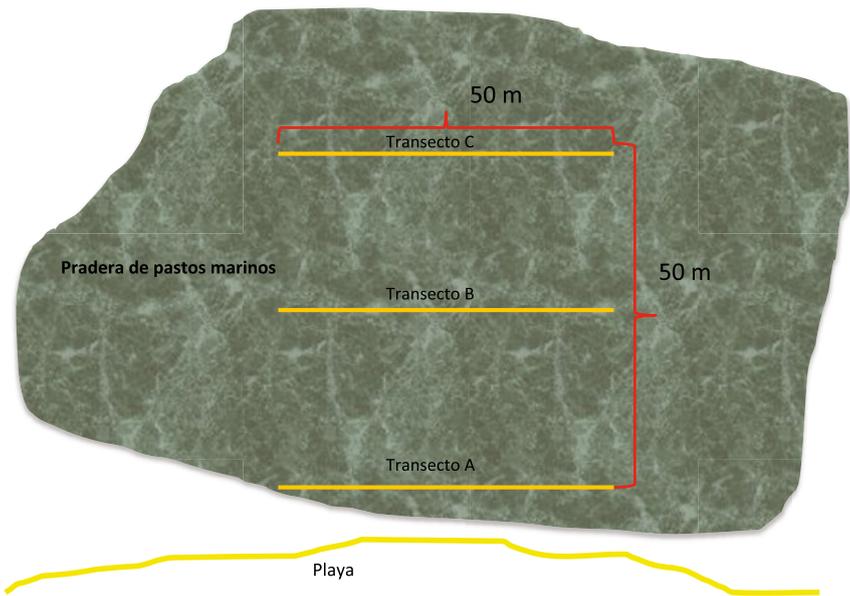
# SELECCIÓN DE SITIOS DE MONITOREO

Partiendo de la revisión cartográfica inicial, sobre la zonificación de manejo y las unidades ecológicas de cada AMP, se definirán las áreas para el monitoreo de las praderas de pastos marinos, además de que deben realizarse buceos piloto para seleccionar los sitios donde se establecerán las estaciones permanentes. Se recomienda que los sitios seleccionados tengan un fácil acceso (teniendo en cuenta que el monitoreo será a largo plazo) y deben ser representativos de las praderas de pastos marinos presentes en el AMP; por lo tanto deben contar con una pradera con distribución relativamente homogénea (sin grandes parches), que represente consistentemente la mayor área con al menos una especie dominante y refleje el ámbito de profundidad donde normalmente se encuentran los pastos en el área.

Las coordenadas de un punto central del sitio definido para la instalación de la estación permanente de monitoreo deben tomarse con el GPS y registrarse en un mapa que muestre la ubicación general de la estación. Si la ubicación geográfica se toma desde la costa o a cierta distancia desde una embarcación, por las condiciones de acceso, debe especificarse la dirección y la distancia desde las coordenadas registradas.

## Instalación de estaciones permanentes de monitoreo

Cada estación se compone de un área de muestreo de 2.500 m<sup>2</sup> compuesta por tres transectos separados por 50 m en los extremos, ubicados paralelamente a la línea de costa; cada transecto tiene una longitud de 50 m, y recibe una denominación de acuerdo a su ubicación. El transecto A se encuentra ubicado a 1 m o menos de profundidad, el transecto B se encuentra ubicado a 25 m del transecto A y el transecto C se encuentra ubicado a 25 m del transecto B, formando un cuadrado (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de la estación de monitoreo con la ubicación de los transectos A, B y C. Adaptada de Short *et al.* (2008).

Para medir el primer metro de la pradera en donde se ubicará el transecto A, debe partirse del borde de la pradera que se encuentre más cercano a la playa. Una vez esta distancia sea ubicada, se procede a instalar una de las estacas tornillo (Figura 3) en el lugar donde quedará uno de los extremos del transecto A. Para esto se recomienda introducir los primeros centímetros de la estaca en el sedimento con la ayuda del mazo y posteriormente girar la estaca hasta que quede expuesta únicamente la cabeza o argolla de la misma.



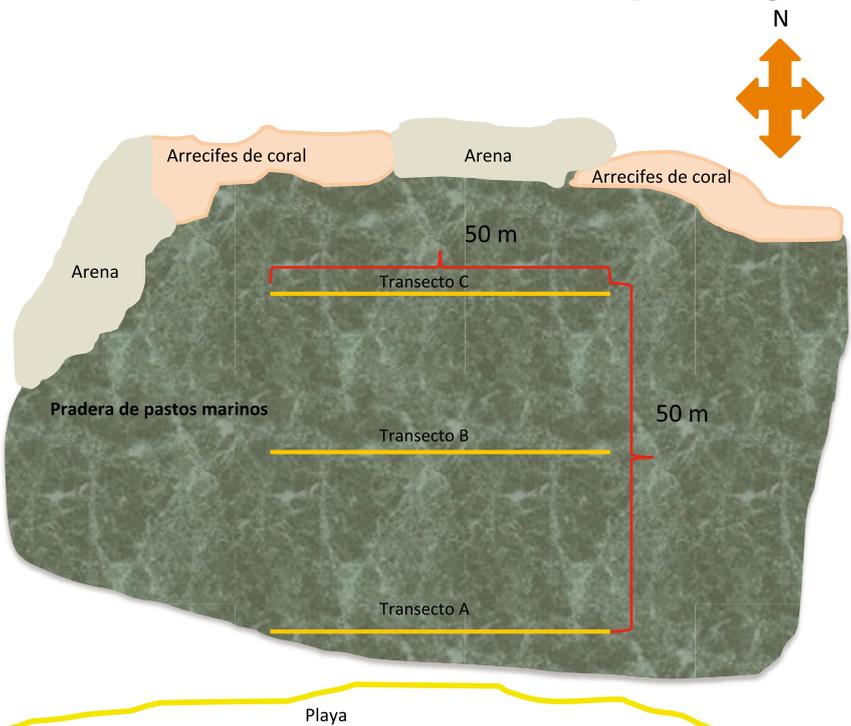
**Figura 3.** Estacas tornillo utilizadas para delimitación de transectos permanentes en las estaciones de monitoreo de praderas de pastos marinos.

Es necesario cerciorarse que la estaca queda fija y no se sale del sustrato con facilidad; posteriormente, se amarrará una boya que servirá para guiar la ubicación de las subsecuentes estacas del transecto. A partir esta primera estaca, se repite el procedimiento en los transectos ubicados a los 25 y 50 m del transecto inicial (transecto A).

Para instalar las estacas permanentes del otro lado de la estación, deben medirse 50 m paralelos a la costa desde el extremo inicial del transecto A y desde ahí repetir la misma operación realizada anteriormente para instalar las estacas faltantes de cada transecto. Las boyas permanentes,

una amarrada a cada estaca o al menos en los puntos más extremos de la estación, deben quedar a media agua, esto permitirá encontrar fácilmente la ubicación de los transectos durante los monitoreos posteriores.

A parte de la ubicación general de la estación, es muy importante registrar la ubicación de cada estaca con el GPS y realizar un esquema general de la estación mostrando su ubicación dentro de la pradera y algunas características notorias del medio circundante en superficie (Figura 4).



**Figura 4.** Esquema general de la estación mostrando su ubicación respecto al entrono.

# METODOLOGÍA DE MONITOREO

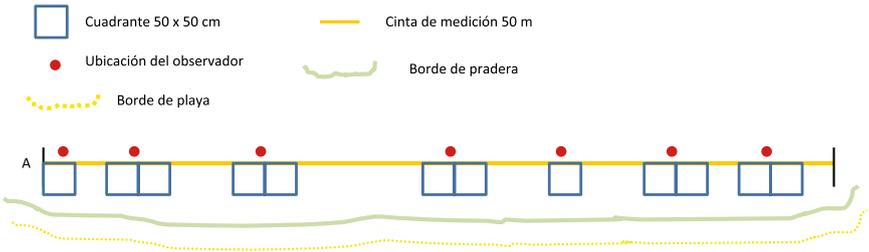
Con base en las experiencias previas que han adelantado Parques Nacionales Naturales e Invemar, en el monitoreo de las praderas de pastos marinos de las AMP (PNN Tayrona y CRSB), se considera como ideal, realizar el monitoreo de las praderas cada tres meses durante dos años (obteniendo 8 muestreos consecutivos), a fin de poder establecer la línea base en términos de comportamiento y tendencias de las variables, para cada pradera. Una vez este período se cumpla y considerando las tendencias que arroje el análisis de los datos, podrán definirse las épocas en las cuales se continuará el monitoreo (ej. dos veces en el año, un muestreo durante el primer semestre y un muestreo durante el segundo semestre).

## Información general de cada parcela

Deberá recopilarse la siguiente información en cada estación:

- Sitio (el nombre del lugar donde se encuentra la estación, ej. nombre de la bahía, área protegida, municipio, etc).
- Nombre del transecto (A, B o C).
- Investigadores (nombre de los observadores).
- Fecha y hora del muestreo.
- Comentarios adicionales (registros de brújula, condiciones espaciales y observaciones generales).

La persona que esté tomando los datos, siempre deberá estar ubicada en el lado opuesto al transecto, a fin de no causar ninguna perturbación en el área donde se está realizando el monitoreo (Figura 5).



**Figura 5.** Esquema de ubicación del observador respecto a los cuadrantes de monitoreo.

Se aclara que la metodología utilizada para este protocolo es una versión adaptada de la Red Global de Monitoreo de Pastos Marinos (SeagrassNet, por sus siglas en inglés) y facilita la revisión de los 36 cuadrantes de cada estación. Dichos cuadrantes han sido escogidos previamente al azar y se encuentran estandarizados a nivel mundial.

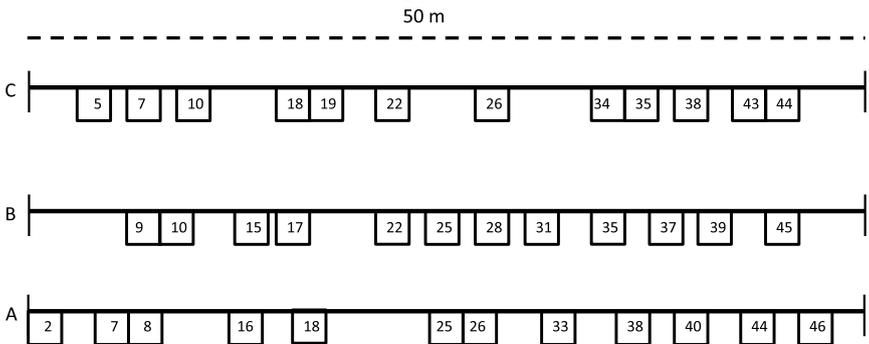
## Variables de monitoreo

a) Densidad de vástagos (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*)

Empezando por el transecto C (el más alejado de la playa), una pareja de buzos debe desplegar la cinta métrica de 50 m entre las estacas para instalar el transecto y empezar, desde el metro cero, a ubicar los cuadrantes de acuerdo a la figura 6, para *Thalassia testudinum* se utilizan cuadrantes de 25 × 25 cm, si en la zona de monitoreo las coberturas de *Syringodium filiforme* son muy abundantes, se recomienda realizar el conteo de vástagos en cuadrantes de 12,5 × 12,5 cm. El cuadrante debe situarse del lado de la playa respecto a la cinta métrica y con la esquina inferior derecha en el número seleccionado. Los puntos fueron predeterminados al azar por la red de monitoreo SeagrassNet (Short *et al.*, 2008).

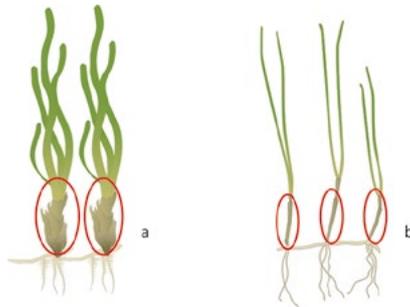
Por medio del GPS y de las boyas a media agua deben ubicarse todas las estacas de la estación y marcarse con otra boya que quede visible en

superficie para facilitar el posterior desplazamiento de los investigadores entre los transectos, esta parte del muestreo puede realizarse nadando con equipo básico (careta, esnórquel y aletas).



**Figura 6.** Esquema con la ubicación en metros de los cuadrantes en 12 puntos distintos de cada transecto (A, B y C). Shallow: somero, mid: medio, deep: profundo. Modificado de Short et al. (2008).

Para las especies de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, se deben contar todos los vástagos presentes dentro del cuadrante ( $25 \times 25$  cm o  $12,5 \times 12,5$  cm según corresponda) (Figura 7). El resultado se expresa como Número de vástagos / m<sup>2</sup>.



**Figura 7.** En el círculo, detalle de un vástago para a) *Thalassia testudinum* y b) *Syringodium filiforme*. Gráficos adaptados de: www.drawbydawn.com

### b) Densidades de herbívoros, carnívoros y detritívoros/omnívoros

A partir de recorridos a lo largo de toda la estación de monitoreo (50 × 50 m), se debe registrar el número de individuos por especie de herbívoros, carnívoros y detritívoros/omnívoros. Preferiblemente deben identificarse los organismos a nivel de género o especie, para esto pueden estudiarse previamente guías de identificación o fotografías de las principales especies de fauna que históricamente se han registrado asociada a las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano (Diaz *et al.*, 2003). Esta variable se expresa como Número de individuos por categoría / m<sup>2</sup>.

### c) Afectación por *Labyrinthula* spp.

El descenso generalizado de las praderas de *Zostera marina*, a lo largo de las costas del Atlántico durante la década de 1930, estuvo asociada con la infección por el hongo marino *Labyrinthula zosterae*. De manera similar, *Labyrinthula* sp. estuvo, aparentemente, asociada con la mortalidad masiva de *Z. capricorni* en Nueva Zelanda a inicios de 1990, así como con la mortandad masiva de *T. testudinum* en la Florida a finales de 1980 (Armiger, 1964; Muehlstein *et al.*, 1991; Robblee *et al.*, 1991 citados por Garcias-Bonet *et al.*, 2011).

*Labyrinthula* spp., produce lesiones sobre las hojas de los pastos marinos a través de la degradación enzimática de la pared celular, condensación y destrucción de los cloroplastos y del citoplasma (Muehlstein, 1992 citado por Garcias-Bonet *et al.*, 2011). Las infecciones por *Labyrinthula* spp. provocan una fuerte disminución de la fotosíntesis en el área de la hoja que está afectada, así como en aquellas áreas adyacentes (Ralph y Short, 2002).

Los síntomas en pastos marinos infectados por este hongo, se manifiestan a través de pequeñas lesiones sobre las hojas, de color café oscuro o

negro (Figura 8), que se van expandiendo longitudinalmente hasta cubrir totalmente la hoja después de unas pocas semanas. Usualmente las infecciones ocurren en hojas maduras, sin embargo cuando se presentan infecciones severas las hojas jóvenes también pueden verse afectadas (Borum *et al.*, 2004).

Se considera como una cepa patógena, la cual es el agente de una enfermedad degenerativa que causa la muerte de la planta y que actualmente no solo está amenazando a las praderas de pastos marinos en todo el mundo sino que también es altamente virulenta para otros protistos, algas filamentosas y variados géneros de fitoplancton (Sullivan *et al.*, 2013).



**Figura 8.** Hojas de pastos marinos con afectación por *Labyrinthula* spp. Foto: Diana Isabel Gómez-López.

A partir de censos en cuadrantes de 50 × 50 cm, se debe registrar si el cuadrante que está siendo observado presenta afectación por *Labyrinthula* spp. En la estación se monitorean 36 cuadrantes, lo que equivaldría al 100%, a partir del número de cuadrantes con presencia de afectación,

establecer el porcentaje correspondiente. El resultado se expresa como porcentaje de cuadrantes afectados dentro de la estación.

#### d) Afectación por invertebrados (aquellos que se encuentran sobre las hojas)

La pérdida de pastos marinos, puede ocurrir como consecuencia de invasiones biológicas, por lo general de especies no nativas, que pueden entrar a competir por alimento o que afectan directamente la hoja de los pastos (Williams, 2007) (Figura 9).

A partir de censos en cuadrantes de 50 × 50 cm, se debe registrar si el cuadrante que está siendo observado presenta afectación por invertebrados. En la estación se monitorean 36 cuadrantes, lo que equivaldrían al 100%, a partir del número de cuadrantes con presencia de afectación, establecer el porcentaje correspondiente. El resultado se expresa como porcentaje de cuadrantes afectados dentro de la estación.



**Figura 9.** Ascidas sobre hoja de pasto marino. Foto: Diana Isabel Gómez-López.

### e) Extensión

Esta variable se utiliza como referente a partir del uso de herramientas de sensoramiento remoto, con apoyo de datos de campo, georreferenciando los límites de la pradera donde la cobertura sea mayor al 5%. Este valor que es particular para cada área específica, deberá ser revisado comparativamente con una periodicidad no mayor a 5 años, con respecto a la referencia nacional oficial (2014) reportada por las autoridades competentes.

### f) Información complementaria

Se debe registrar para cada estación, siguiendo las indicaciones del “Manual para el monitoreo científico del hábitat de pastos marinos” (Short *et al.*, 2008) disponible en versión digital ([www.SeagrassNet.org](http://www.SeagrassNet.org)), de los siguientes parámetros:

- Número de especies de pastos presentes en la estación.
- Salinidad.
- Temperatura.
- Fenología (presencia de flores y frutos/estación del año).
- Tipo de sustrato (granulometría del sustrato).

## CÁLCULO DEL INDICADOR

El ICT<sub>PM</sub> se basa en la revisión, con colaboración de expertos, del Indicador de Integridad Biótica para Pastos Marinos (IBI<sub>pm</sub>) propuesto por Invemar (Batista-Morales y Gómez, 2010). Las variables que se incluyen para el cálculo del indicador son:

- Densidad de vástagos (D): Número de vástagos por metro cuadrado.
- Densidad de herbívoros (DH): Número de individuos por metro cuadrado.
- Densidad de carnívoros (DC): Número de individuos por metro cuadrado.
- Densidad de Detritívoros / Omnívoros (DCO): Número de individuos por metro cuadrado.
- Afectación por *Labyrinthula* spp. (L): Porcentaje de cuadrantes afectados en la estación.
- Afectación por invertebrados (I): Porcentaje de cuadrantes afectados en la estación.

### Fórmula para el cálculo del ICT<sub>PM</sub>

El ICT<sub>PM</sub> al ser un indicador compuesto integra la relación entre cada una de sus variables componentes, con su respectivo valor de referencia ( $V_{ref}$ ), por medio de la función de promedio geométrico aritmético. Para cada una de las variables se asigna un peso de ponderación dentro de la función, a continuación se presentan las ponderaciones asignadas a cada una de ellas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Pesos o Factores de ponderación para las variables que componen el Indicador de Condición Tendencia de Praderas de Pastos Marinos ICT<sub>PM</sub>.

| Variable                                    | Peso (w) |
|---------------------------------------------|----------|
| Densidad de vástagos (D)                    | 0,3      |
| Densidad de herbívoros (DH)                 | 0,2      |
| Densidad de detritívoros / omnívoros (DCO)  | 0,2      |
| Densidad de carnívoros (DC)                 | 0,2      |
| Afectación por <i>Labyrinthula</i> spp. (L) | 0,1      |

Fórmula:

$$ICT_{PM} = \left( \prod_{i=1}^n \left( \frac{X_i}{V_{ref\ i}} \right)^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum w_i}}$$

El indicador está constituido por la sumatoria de los tres transectos de cada estación y entre estaciones muestreadas. Donde  $V_{ref}$  corresponde al valor de referencia de cada variable  $X$ . Este valor de referencia es establecido para cada área protegida, con base en el muestreo de la estación de monitoreo que tenga el menor grado de perturbación antrópica y el mayor desarrollo estructural.

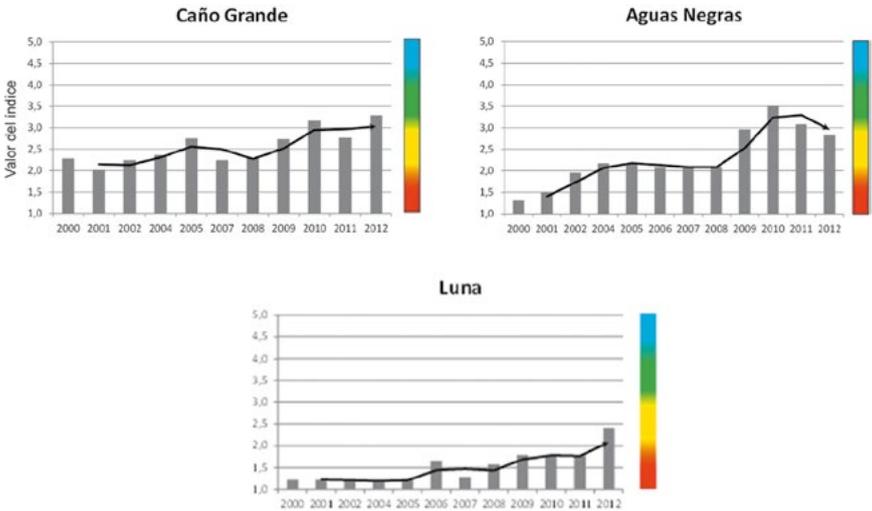
Teniendo en cuenta la tabla 3, en donde se muestran los pesos ( $w$ ) de cada variable, y que la sumatoria de los pesos es igual a 1, se tiene:

$$ICT_{PM} = \left( \frac{D}{V_{ref\ D}} \right)^{0,30} \times \left( \frac{DH}{V_{ref\ DH}} + \frac{DCO}{V_{ref\ DCO}} + \frac{DC}{V_{ref\ DC}} \right)^{0,60} \times \left( \frac{L}{V_{ref\ L}} \right)^{0,10}$$

Para obtener la calificación de condición general de integridad de las praderas de pastos marinos, el valor obtenido para el ICTPM se clasifica de acuerdo a una escala de valores, la cual se encuentra en proceso de consolidación a partir de la generación de información de línea base en los PNN Tayrona y Corales del Rosario y de San Bernardo (trabajo realizado por Invemar desde el año 2013 y por Parques Nacionales desde el año 2009).

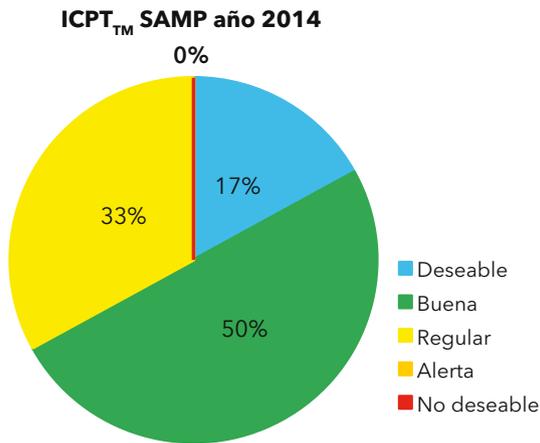
# REPORTE DEL INDICADOR

Como se espera que la medición de las variables del ICT<sub>PM</sub> haga parte de un plan de monitoreo, pueden generarse los siguientes resultados: el de la condición actual del ecosistema dentro del AMP para un período de muestreo determinado, según el valor obtenido y clasificado de acuerdo a la escala de valores y el de la tendencia de dicha condición a partir de gráficas que permitan la comparación de varios períodos de monitoreo (Figura 10). Esto permitirá saber, en términos generales, si la condición de integridad general del ecosistema está mejorando o empeorando con el paso del tiempo. El valor general para el AMP debe obtenerse a partir del cálculo del indicador, el cual se calcula con la totalidad de los datos del área y no como un promedio de los ICT calculados en los distintos sitios o zonas de manejo.

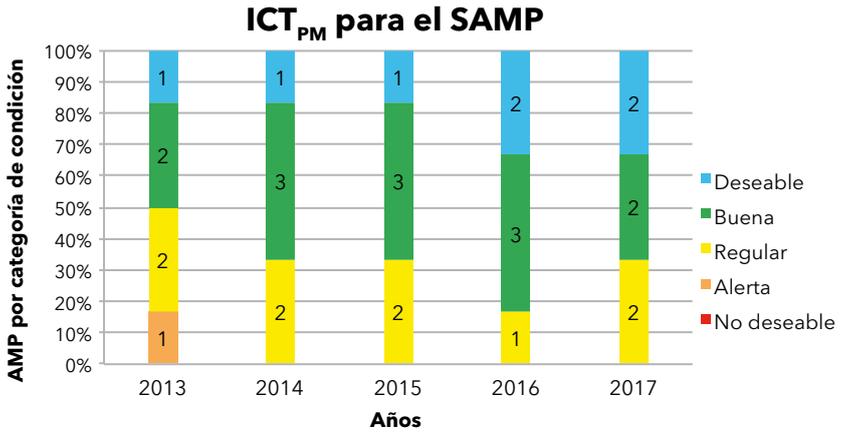


**Figura 10.** Como ejemplo, serie histórica del Indicador de Integridad Biológica de manglares (IBIm) en tres estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Tomado de Posada *et al.* (2012).

Para escalas espaciales mayores, como a nivel regional o del SAMP no es posible calcular el ICT<sub>PM</sub> directamente, pues no es conveniente unir los datos de las distintas AMP cuando aún no se dispone de suficiente información histórica, ya que pueden presentarse variaciones específicas espaciales que no se han analizado en profundidad hasta el momento. Por lo tanto, para estos casos la condición general de integridad biótica del ecosistema se expresa como el porcentaje de AMP en las distintas categorías, pudiendo también analizarse la tendencia a través del tiempo (Figuras 11 y 12).



**Figura 11.** Indicador de Condición-Tendencia de Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>). Porcentaje de áreas marinas protegidas en las distintas categorías de condición general de integridad biótica de praderas de pastos marinos durante el año 2014. Grafica de ejemplo, no basada en datos reales.



**Figura 12.** Indicador de Condición-Tendencia de Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>). Gráfica de barras apiladas que muestra el número de áreas marinas protegidas en las diferentes categorías de condición general de integridad biótica durante varios años de monitoreo. Gráfica de ejemplo, no basada en datos reales.

Adicionalmente, para las distintas escalas espaciales pueden generarse mapas mostrando la distribución espacial del ICT<sub>PM</sub>.

### Interpretación del indicador

El ICT<sub>PM</sub> permite evaluar la condición general de integridad biótica y sus cambios a través del tiempo, a diferentes escalas espaciales, de las praderas de pastos marinos presentes en las áreas protegidas del SAMP, sin que esto implique que no pueda ser utilizado en otras áreas fuera del subsistema.

Clasificación de la condición general de integridad de las praderas de pastos marinos en: deseable, buena, regular, alerta y no deseable.

## Recomendaciones de manejo

El indicador ha sido diseñado y ajustado para que tenga aplicabilidad viable en las distintas áreas marinas protegidas, por lo tanto maneja métodos de monitoreo estandarizados y sostenibles que deben aplicarse según las indicaciones establecidas. De esta manera el indicador se convertirá en una herramienta práctica de comunicación, control y manejo.

Es importante tener en cuenta que al interior de cada AMP los actores comprometidos con el manejo y conservación de estos ecosistemas, deberán tener en cuenta el análisis de otros componentes particulares para el área evaluada, que no estén contemplados dentro del ICT<sub>PM</sub>, pero que consideren relevantes para el monitoreo, manejo y control del AMP.

## BIBLIOGRAFÍA

- Angermeier, P. L. y J. R. Karr. 1994. Biological integrity versus biological diversity as policy directives Protecting biotic resources. *Bioscience*, 44 (10): 690-697.
- Batista-Morales, A. y D. Gómez. 2010. Indicadores de estado de conservación de los ecosistemas marino-costeros de Colombia. 173-210. En: Invemar (Ed.). Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2009. Serie Publicaciones Periódicas del Invemar No. 8, Santa Marta. 319 p.
- Borum, J., C. M. Duarte, D. Krause-Jensen y T. M. Greve. 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Copenhagen. 95 p.
- Burdick, D. M. y F. Short. 1999. The effect of boat docks on eelgrass beds in coastal waters of Massachusetts. *Environmental Management*, 23: 231-240.
- Burkholder, J. M., D. A. Tomasko y B. W. Touchet. 2007. Seagrasses and eutrophication. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350: 46-72.
- De Boer, W. F. 2007. Seagrass-sediment interactions, positive feedbacks and critical thresholds for occurrence: a review. *Hydrobiologia*, 591: 5-24.
- Dennison, W. C., R. J. Orth, K. A. Moore, J. C. Stevenson, V. Carter, S. Kollar, P. W. Bergstrom, y R. A. Batiuk. 1993. Assessing water quality with submersed aquatic vegetation. *Bioscience*, 43: 86-94.
- Díaz, J. M., L. M. Barrios y D. I. Gómez-López (Eds.). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: estructura y distribución de un ecosistema estratégico. Serie Publicaciones Especiales del Invemar No. 10, Santa Marta. 160 p.
- Erfteimeijer, P. L. A. y R. R. R. Lewis. 2006. Environmental impacts of dredging on seagrasses: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 1553-1572.
- Garcias-Bonet, N., T. D. Sherman, C. M. Duarte y N. Marbà. 2011. Distribution and pathogenicity of the protist *Labyrinthula* sp. in western Mediterranean seagrass meadows. *Estuaries and Coast*, 34: 1161-1168.
- Gómez-López, D. I. 2011. Estado del conocimiento de los pastos marinos. 145-154. En: Invemar (Ed). Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2010. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 8, Santa Marta. 322 p.
- Heck, K. L., T. J. Carruthers, C. M. Duarte, A. R. Hughes, G. A. Kendrick, R. J. Orth y S. L. Williams. 2008. Trophic transfers from seagrass meadows subsidize diverse marine and terrestrial consumers. *Ecosystems*, 11: 1198-1210.
- Karr, J. R. 1991. Biology Integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Application*, 1 (1): 66-84.
- Karr, J. R. y I. J. Dudley. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Envir. Manage.*, 5: 55-68.
- Kenworthy, W. J., M. S. Fonseca, P. E. Whitfield y K. K. Hammerstrom. 2002. Analysis of seagrass recovery in experimental excavations and propeller-scar disturbances in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Journal of Coastal Research*, 37: 75-85.
- Lotze, H. K., H. S. Lenihan, D. J. Bourque, R. H. Bradbury, R. G. Cooke, M. C. Kay, S. M. Kidwell, M. X. Kirby, C. H. Peterson y J. B. C. Jackson. 2006. Depletion, degradation and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science*, 312: 1806-1809.

- Orth, R., T. J. B. Carruthers, W. C. Dennison, C. M. Duarte, J. W. Fourqurean, K. L. Heck Jr., A. R. Hughes, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, S. Olyarnik, F. T. Short, M. Waycott y S. L. Williams. 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience*, 56 (12): 987-996.
- Parrish, J. D., D. P. Braun y R. S. Unnasch. 2003. Are we conserving what say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience*, 53 (9): 851-860.
- Pergent-Martini, C., C. F. Boudouresque, V. Pasqualini y G. Pergent. 2006. Impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows: a review. *Marine Ecology*, 27: 310-319.
- Posada, B. O., M. C. Díaz, R. Navas, A. M. Batista-Morales, L. J. Vivas-Aguas, S. Narváez, L. V. Perdomo, C. A. Villamil, A. M. Orjuela, D. I. Gómez-López y J. C. Vega-Sequeda. 2012. Estado del ambiente abiótico, calidad de aguas y biodiversidad marina: indicadores de estado. 27-77. En: Invemar (Ed.). Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 8, Santa Marta. 203 p.
- Ralph, P. J. y F. T. Short. 2002. Impact of the wasting disease pathogen, *Labyrinthula zosterae*, on the photobiology of eelgrass *Zostera marina*. *Marine Ecology Progress Series*, 226: 265 - 271.
- Short, F. T. y S. Wyllie-Echeverria. 1996. Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation*, 23: 17-27.
- Short, F. T., L. J. McKenzie, R. G. Coles, R. Vidler y J. L. Gaeckle. 2008. SeagrassNet manual for scientific monitoring of seagrass hábitat. University of New Hampshire Publication. 75 p.
- Short, F. T., B. Polidoro, S. R. Livingstone, K. E. Carpenter, S. Bandeira, J. S. Bujang, H. P. Calumpang, T. B. J. Carruthers, R. G. Coles, W. C. Dennison, P. L. A. Erftemeijer, M. D. Fortes, A. S. Freeman, T. G. Jagtap, A. H. M. Kamal, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, Y. A. La Nafie, I. M. Nasution, R. J. Orth, A. Prathep, J. C. Sanciangco, B. V. Tussenbroek y S. Vergara. 2011. Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*, 144: 1961-1971.
- Sullivan, B. K., T. D. Sherman, V. S. Damare, O. Lilje y F. H. Gleason. 2013. Potential roles of *Labyrinthula* spp. In global seagrass population declines. *Fungal Ecology*, 6 (2013): 328-338.
- Waycott, M., C. M. Duarte, T. J. B. Carruthers, R. J. Orth, W. C. Dennison, S. Olyarnik, A. Calladine, J. W. Fourqurean, K. L. Heck, Jr., A. R. Hughes, G. Kendrick, W. J. Kenworthy, F. T. Short y S. L. Williams. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS*, 106 (30): 12377-12381.
- Williams, S. L. 2007. Introduced species in seagrass ecosystem: status and concerns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350: 189-110.

## ANEXO 1

Listado de la fauna asociada a las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano.

| Especie | Estrategia                    | Alimentación | Grupo     |
|---------|-------------------------------|--------------|-----------|
| 1       | <i>Niphates erecta</i>        | Detritívoro  | Esponja   |
| 2       | <i>Desmapsamma anchorata</i>  | Detritívoro  | Esponja   |
| 3       | <i>Amphimedon erina</i>       | Detritívoro  | Esponja   |
| 4       | <i>Chondrilla nucula</i>      | Detritívoro  | Esponja   |
| 5       | <i>Tedania ignis</i>          | Detritívoro  | Esponja   |
| 6       | <i>Ircinia strobilina</i>     | Detritívoro  | Esponja   |
| 7       | <i>Pseudaxinella</i> sp.      | Detritívoro  | Esponja   |
| 8       | <i>Arca zebra</i>             | Detritívoro  | Molusco   |
| 9       | <i>Brachidontes modiolus</i>  | Detritívoro  | Molusco   |
| 10      | <i>Tozeuma carolinense</i>    | Detritívoro  | Crustáceo |
| 11      | <i>Paguristes zebra</i>       | Detritívoro  | Crustáceo |
| 12      | <i>Ascidia</i> sp.            | Detritívoro  | Tunicado  |
| 13      | <i>Eupolymnia</i> sp.         | Detritívoro  | Anélido   |
| 14      | <i>Siderastrea radians</i>    | Carnívoro    | Coral     |
| 15      | <i>Bartholomea annulata</i>   | Carnívoro    | Anémona   |
| 16      | <i>Porites porites</i>        | Carnívoro    | Coral     |
| 17      | <i>Manicina areolata</i>      | Carnívoro    | Coral     |
| 18      | <i>Eunicea</i> sp.            | Carnívoro    | Coral     |
| 19      | <i>Cladocora arbuscula</i>    | Carnívoro    | Coral     |
| 20      | <i>Columbella mercatoria</i>  | Carnívoro    | Molusco   |
| 21      | <i>Halichoeres bivittatus</i> | Carnívoro    | Pez       |
| 22      | <i>Haemulon aurolineatum</i>  | Carnívoro    | Pez       |
| 23      | <i>Eucinostomus</i> sp.       | Carnívoro    | Pez       |
| 24      | <i>Modulus modulus</i>        | Omnívoro     | Molusco   |
| 25      | <i>Hermodice carunculata</i>  | Omnívoro     | Gusano    |
| 26      | <i>Cerithium litteratum</i>   | Herbívoro    | Molusco   |
| 27      | <i>Cerithium eburneum</i>     | Herbívoro    | Molusco   |
| 28      | <i>Sparisoma radians</i>      | Herbívoro    | Pez       |
| 29      | <i>Acanthurus chirurgus</i>   | Herbívoro    | Pez       |
| 30      | <i>Lytechinus variegatus</i>  | Herbívoro    | Erizo     |
| 31      | <i>Echinometra lucunter</i>   | Herbívoro    | Erizo     |

# Serie de Publicaciones Generales del Invenmar

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen I.

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen II.

1. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marinas y Costera (PNIBM)

2. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia

3. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000

4. Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural

5. Libro rojo de peces marinos de Colombia

6. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia

7. Las aguas de mi Ciénaga Grande. Descripciones de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta

8. No asignado

9. Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano: Madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones

10. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia

11. Plan nacional en bioprospección continental y marina

12. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico

13. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos

14. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano: adaptaciones tecnológicas

15. Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas

16. Atlas de paisajes costeros de Colombia

17. Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia

18. Manual del Sistema de Información Pesquera del Invenmar: una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero

19. Bacterias marinas nativas: degradadoras de compuestos orgánicos persistentes en Colombia

20. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC)

21. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica (piangua y cangrejo azul)

22. Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién

23. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera-UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano

24. Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano

Sin número. Prioridades de conservación in situ para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano

25. Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano

26. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (PNIEC)

27. Modelo de uso ecoturístico de la bahía de Neganje Parque Nacional Natural Tayrona

28. Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe colombiano

29. Viabilidad de una red de áreas marinas protegidas en el Caribe colombiano

30. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano

31. Ordenamiento ambiental de los manglares en La Guajira

32. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano)

33. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Guapi, Cauca

34. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, Cauca
35. Avances en el manejo integrado de zonas costeras en el departamento del Cauca
36. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira
37. Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca
38. Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park
39. Aves del estuario del río Sinú
40. Cultivo de pectínidos en el Caribe colombiano
41. Informe técnico. Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano
42. Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe
43. Viabilidad socioeconómica del establecimiento de un AMP: la capacidad adaptativa de la comunidad de Nuquí (Chocó)
44. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: Desarrollo etapas I y I
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (CD)
45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (cartilla)
46. Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales
47. Contribución a la biología y mantenimiento de peces marinos ornamentales
48. Estrategia para el fortalecimiento del Sistema de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (Proyecto Spincam Colombia)
49. Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú, Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
50. Guía municipal para la incorporación de determinantes ambientales de zona costera en los planes de ordenamiento territorial municipios de San Antero y San Bernardo del Viento
51. Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red Suripera
52. Cuidando la calidad de las aguas marinas y costeras en el departamento de Nariño
53. Lineamientos de manejo para la UAC Estuarina Río Sinú-Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba
54. Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano
54. Área de Régimen Común Colombia-Jamaica: un reino, dos soberanos
55. Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias
56. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012
57. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe
58. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas al Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe Colombiano
59. Bases de la investigación pesquera participativa para la construcción de acuerdos de pesca responsable con mallas en el Distrito de Manejo Integrado Bahía de Cispatá
60. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) al plan de acción del Sirap Pacífico
61. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 3: Gobernanza
62. Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación territorial y gestión sectorial de Cartagena de Indias
63. Plan 4C Cartagena de Indias competitiva y compatible con el clima
64. Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias
65. Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Guía para la formulación de planes de adaptación
66. Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICT<sub>AC</sub>)
67. Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT<sub>BM</sub>)





samp  
Subsistema de  
Áreas Marinas  
Protegidas

<http://cinto.invemar.org.co/samp/>



@AreasMarinasCOL



[www.facebook.com/AreasMarinasCOL](http://www.facebook.com/AreasMarinasCOL)

