



**PROGRAMA DE MONITOREO ECOLÓGICO DE
LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y CORREDORES
BIOLÓGICOS DE COSTA RICA PROMEC-CR**

Ámbitos: Terrestre, Aguas Continentales y Marino - Costero

2015

**Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de
Costa Rica PROMEC-CR**

Ámbitos: Terrestre, Aguas continentales y Marino-Costero

Sistema Nacional de Áreas de Conservación – SINAC

2015



Publicado por: SINAC. Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Donado por: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE

Elaboración técnica documento final:

Bernal Herrera-F
Yuri Viviana Martínez
Lindsay Canet-Desanti

Elaboración técnica de indicadores por ámbito:

Bryan Finegan
Juan José Alvarado
Mónica Springer

Comité de seguimiento:

Gustavo Induni – Sistema Nacional de Áreas de Conservación - SINAC
Pamela Castillo – Asociación Costa Rica por Siempre
Andrea Montero – Asociación Costa Rica por Siempre

Copyright: © 2015. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente.

Citar como: SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2015. Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR. Ámbitos: Terrestre, Aguas Continentales y Marino-Costero. Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Costa Rica. 227 p.

El proceso de facilitación de este *Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR. Ámbitos: Terrestre, Aguas Continentales y Marino-Costero*, fue llevado a cabo mediante un acuerdo de donación por el *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE* y fue posible gracias al apoyo técnico y financiero del Segundo Canje de Deuda por Naturaleza entre Costa Rica y Estados Unidos, la Asociación Costa Rica Por Siempre y del personal del Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC.

La Asociación Costa Rica Por Siempre es una organización sin fines de lucro que administra una iniciativa de conservación público-privada desarrollada con el objetivo de consolidar un sistema de áreas protegidas marinas y terrestres que sea ecológicamente representativo, efectivamente manejado y con una fuente estable de financiamiento, permitiéndole a Costa Rica ser el primer país en desarrollo en cumplir las metas del Programa de Trabajo en Áreas Protegidas ("PTAP") de la Convención sobre Diversidad Biológica ("CDB") de las Naciones Unidas.

ISBN:

Asesoría Técnica: Asociación Costa Rica Por Siempre ("ACRXS")

Financiamiento: Segundo Canje de Deuda



Contenido

Contenido	4
Lista de Cuadros	8
Lista de Figuras	9
Acrónimos.....	10
Glosario.....	12
Introducción	19
Antecedentes.....	20
Fundamento técnico del PROMEC-CR.....	22
La importancia del monitoreo ecológico y el manejo adaptativo	22
Esfuerzos del monitoreo en Costa Rica.....	23
Componentes del PROMEC-CR.....	26
Marco Jurídico	27
Marco Institucional.....	29
Roles y responsabilidades de los ejecutores del PROMEC-CR.....	30
<i>I. Coalición Institucional (CI)</i>	31
<i>II. Mecanismo Consultivo (MC)</i>	33
<i>III. Foro Técnico de Alcance Nacional (FTAN)</i>	34
Marco Operativo Técnico Científico.....	35
Estructura del componente operativo técnico-científico	36
Enfoque de territorio utilizado en el PROMEC-CR.....	38
Relación entre el PROMEC-CR y otros instrumentos de manejo.....	39
Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo	40
Priorización de indicadores y sitios de muestreo para el monitoreo	41
Bibliografía.....	46
Anexo 1. Plan de implementación del PROMEC-CR.....	55
Marco lógico plan de implementación del PROMEC-CR en su segunda fase.....	56

Cronograma de actividades y costos asociados a la ejecución del PROMEC-CR*	66
Esquema de evaluación y seguimiento del PROMEC-CR*	74
Actores relevantes para la implementación del PROMEC-CR en sus tres ámbitos	77
Riesgos en la implementación del PROMEC-CR.....	90
Anexo 2. Manual de Protocolos	91
Ámbito terrestre.....	91
Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala nacional.....	95
Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala local.....	112
Ámbito de Aguas continentales.....	115
Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala nacional.....	122
Protocolos de implementación para indicadores a escala local.....	129
Ámbito marino costero.....	143
Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala nacional.....	148
Apéndice 1. Elaboración de indicadores y protocolos locales terrestres para el monitoreo de la diversidad biológica para el PROMEC	168
Apéndice 2. Elaboración de indicadores y protocolos locales terrestres para el monitoreo de la diversidad biológica para el PROMEC (Soley e Induni 2013). Revisión de la propuesta técnica	169
Apéndice 3. Indicadores nacionales y subnacionales para ambientes de aguas continentales. Revisión técnica	173
REFERENCIAS	189
Apéndice 4. Indicadores nacionales y subnacionales para ambientes de aguas continentales. Revisión de la propuesta técnica.....	190
Apéndice 5. Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Marino- Costeras Protegidas de Costa Rica. Objetivos e indicadores a escala Nacional	195
1. Introducción	195
2. Esfuerzos para la conservación de la biodiversidad marino costera en Costa Rica	197
2.1 Áreas Marinas Protegidas.....	198
3. Objetivos e indicadores del monitoreo	205
3.1 Objetivo del monitoreo de la biodiversidad marino-costera.....	206
3.2 Definición de elementos de biodiversidad sujetos de monitoreo	206
3.4 Selección de los indicadores para el monitoreo	207

3.5. Indicadores del estado de la biodiversidad	208
iv. Estadísticas de captura por unidad de esfuerzo (CPUE).....	209
Requiere desarrollo. Se recomienda articular este indicador con los monitores que realizan la Unión de Ornitólogos, en conjunto con la Asociación Ornitológica.	209
3.6 Indicadores de alerta temprana.....	211
3.7 Sitios para monitoreo.....	213
Literatura citada	215
Apéndice 6. Indicadores para el Monitoreo Ecológico Marino a escala local. Protocolos para PROMEC Marino	222
Playas de anidación de tortugas marinas.....	222
Indicadores	223
Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas	223
Indicador: Área física disponible como sitio de anidamiento	223
Indicador: Número de hembras anidadoras	225
Indicador: Número de nidos por temporada por especie.....	227
Indicador: Porcentaje de eclosión de nidadas en playa	229
Indicador: Fertilidad de las nidadas en playa, manifestada como cualquier evidencia de desarrollo embrionario	230
Indicador: Temperatura de incubación para el anidamiento.....	232
Playas de anidación de tortugas marinas: Validación de factibilidad de implementación de gerentes de áreas silvestres protegidas y enlaces del programa marino de SINAC	234
Resumen de las principales indicadores a tomar en cuenta	237
Grupo de Playas de anidación de tortuga marinas	237
Formaciones coralinas.....	238
Indicadores	239
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	239
Indicador: porcentaje de cobertura de coral.....	239
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	240
Indicador: Cobertura de Macroalgas.....	240
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	241
Indicador: Presencia del erizo <i>Diadema</i>	241
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	242

Indicador: Composición de Peces.....	242
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	243
Indicador: Composición de Peces.....	243
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	244
Indicador: Composición de macroinvertebrados móviles.....	244
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	245
Indicador: Composición de macroinvertebrados móviles.....	245
Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas	246
Indicador: Complejidad Arrecifal.....	246
FORMACIONES CORALINAS: Validación de factibilidad de implementación de gerentes de áreas silvestres protegidas y enlaces del programa marino de SINAC	247

Lista de Cuadros

Pág.

Cuadro 1. Objetivos específicos, metas y estado de avance del PROMEC-CR	22
Cuadro 2. Número de indicadores y verificadores según el ámbito (terrestre, de aguas continentales y marino costero) y la escala (nacional o local).....	35
Cuadro 3. Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo en los indicadores generados a partir de Sistemas de Información Geográfica.....	37
Cuadro 4. Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo en los indicadores generados a partir de los índices de listas rojas.....	38
Cuadro 5. Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo en los indicadores generados a partir de los resultados sobre el avance y efectividad de manejo de áreas protegidas	38
Cuadro 6. Priorización de indicadores en el ámbito terrestre a escala nacional y local.....	39
Cuadro 7. Indicadores priorizados en el ámbito de aguas continentales a escala nacional y local.....	40
Cuadro 8. Priorización de indicadores del ámbito marino costero a escala nacional y local.....	41
Cuadro 9. Sitios de muestreo seleccionados para la implementación de los indicadores a nivel local en los tres ámbitos de alcance del PROMEC-CR.....	41

Lista de Figuras

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Componentes del PROMEC-CR.....	24
Figura 2. Nueva estructura operativa del PROMEC-CR (SINAC, 2013).....	27
Figura 3. Organigrama institucional del PROMEC-CR.....	28
Figura 4. Dinámica operativa de emisión de informes del PROMEC-CR.....	33
Figura 5. Elementos Focales de Manejo contemplados en el PROMEC-CR, según los ámbitos: terrestre, de aguas continentales y marino-costeros.....	34
Figura 6. Estructura de análisis de los indicadores en el componente operativo técnico-científico.....	42

Acrónimos

ACT	Área de Conservación Tempisque
ACAT	Área de Conservación Arenal Tempisque
ACCVC	Área de Conservación Cordillera Volcánica Central
ACG	Área de Conservación Guanacaste
ACHN	Área de Conservación Huetar Norte
ACLAC	Área de Conservación La Amistad Caribe
ACMIC	Área de Conservación Marina Isla del Coco
ACOPAC	Área de Conservación Pacífico Central
ACOSA	Área de Conservación OSA
ACTo	Área de Conservación Tortuguero
AYA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
ACRXS	Asociación Costa Rica por Siempre
BIOMARCC	Biodiversidad Marino Costera en Costa Rica, desarrollo de capacidades y adaptación al cambio climático
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CE	Comité Ejecutivo
CEDARENA	Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales
CEQIATEC	Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos
CI	Coalición Institucional
CICA	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental - UCR
CIM	Comité Institucional de Monitoreo
CIMAR	Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología - UCR
CNE	Comisión Nacional de Emergencia
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
CTI	Comité Técnico de Investigación
DBO	Demanda Bioquímica de oxígeno
ECMAR	Estación Nacional de Ciencias Marino-costeras - UNA
EFM	Elementos Focales de Manejo
ELAP	Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas
FI	Foro Interpretativo
GEF	Global Environment Facility
FTAN	Foro Técnico de Alcance Nacional
HIDROCEC	Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICOMVIS	Instituto Internacional de Conservación y Vida Silvestre – UNA
IHF	Índice de hábitat fluvial
INBIO	Instituto Nacional de Biodiversidad
INCOPECA	Instituto Costarricense de Pesca y Agricultura
INISEFOR	Instituto de Investigación y Servicios Forestales - UNA
IRET	Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas – UNA
LAA	Laboratorio de análisis ambiental

LAMRHI	Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico
LAOCOS	Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero - UNA
LARNAVIS	Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre - UCR
LASEQ	Laboratorio de Análisis y Servicio Químicos
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MC	Mecanismo Consultivo
MZUCR	Museo de zoología- UCR
OD	Oxido Disuelto
OET	Organización para Estudios Tropicales
PCA	Panel Científico Asesor
PNUD	Programa de las Naciones Unidas
PTAP	Programa de Trabajo de Áreas Protegidas
PRETOMA	Programa de restauración de tiburones y tortugas marinas
PROMEC-CR	Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica
PROGAI	Gestión Ambiental- UCR
RNME	Red Nacional de Monitoreo Ecológico
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
ST	Secretaria Técnica
STC	Sea Turtle Conservancy
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
TEC	Instituto Tecnológico de Costa Rica
TNC	The Nature Conservancy
UCR	Universidad de Costa Rica
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UGA-CR	Universidad de Georgia, campus Costa Rica
UF	Unidad Fitogeográfica
WWF	World Wildlife Fund

Glosario

Abundancia: Indica el número de individuos presentes en un hábitat determinado. Se relaciona con los términos de densidad y dominancia, puesto que ocupa el primer nivel de clasificación no paramétrica en la escala de frecuencias (*i.e.*: abundante, frecuente, común, escaso y raro).

Acuático: Organismo cuyo hábitat es el agua; que crece y vive en, sobre o cerca del cuerpo de agua.

Acuífero: Cualquier material subsuperficial que puede mantener una cantidad significativa de agua subterránea y es capaz de transmitirla rápidamente.

Adaptación: Proceso de cambios graduales resultante de las limitaciones ambientales sobre los paisajes naturales y la variación entre los individuos de la población o comunidades que lo habitan

Afloramiento: Es el lugar en que aflora a la superficie del terreno un estrato o filón, una capa o masa mineral cualquiera. Proceso geológico de empuje hacia arriba de las sustancias que se depositan cerca de la superficie; este proceso se presenta usualmente en las cercanías de manantiales, zonas pantanosas o prados inundados.

Agente de diversidad: Evento que condiciona la proliferación y el desarrollo de la biota. Condiciones mesotérmicas, suministro constante de agua y humedad relativa, acción de disturbios de baja intensidad, exclusión competitiva, mosaicismos temporales, heterogeneidad espacial, aislamiento geográfico y composición florística inicial son agentes de diversidad.

Aguas continentales: son cuerpos de aguas permanentes o intermitentes que se encuentran sobre o debajo de la superficie de la Tierra (entendidos estos como el sistema lótico y lénticos abiertos que engloba desde sus cabeceras hasta la desembocadura y la pluma marina).

Algas: Plantas de una o de muchas células que no tienen sistemas de raíces, tallos u hojas.

Ámbito: Campo de actividad de un organismo o una población o zona de influencia de un determinado proceso ecológico

Amenazada: Estatus que poseen ciertas plantas y animales que pueden estar en peligro de extinción en un futuro predecible, de acuerdo a la convención sobre comercio internacional de especies de flora y fauna silvestre en peligro de extinción (CITES).

Amenazas de conservación: Factores que limitan los prospectos de conservación de largo plazo, disminuyendo tanto los componentes espaciales y temporales del potencial de conservación, dentro de una ecoregión.

Anádromo: tipo de peces y algunos otros organismos acuáticos que viven principalmente en agua salada y se aparean en agua dulce.

Antropogénico: se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas

Arrecife: Formación submarina mayormente constituida de Carbonato de Calcio por su origen de invertebrados marinos coloniales, como el coral. Es el más rico ecosistema marino y a veces constituye tierra emergente donde se encuentran plantas y animales estrictamente terrestres.

Atributo de paisaje: Condiciones mensurables que identifican y definen al paisaje como tal. Se consideran atributos del paisaje al área, la forma del perímetro, el relieve, el ancho total y la conectividad.

Bentónico: relativo a la comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos. El adjetivo que se hace derivar de bentos es bentónico.

Bioacumulación: es el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en el medio ambiente o en los alimentos.

Bioconcentración: proceso por el cual los organismos, especialmente los acuáticos, pueden absorber y concentrar sustancias, como los plaguicidas, directamente del medio (agua) que les rodea, a través de su superficie respiratoria y de su piel.

Biodiversidad: hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie

Bioevaluación: proceso que se fundamenta en la capacidad natural que tiene la biota de responder a los efectos de perturbaciones eventuales o permanentes.

Bioindicador: organismo selecto por el grado de sensibilidad o tolerancia a diversos tipos de contaminación o sus efectos, mide o cuantifica la magnitud del estrés y el grado de respuesta ecológica al efecto.

Bosque: Formación natural de aspecto arborescente que se estratifica verticalmente por efecto de la luz solar incidente, caracterizada por tener muchas especies de árboles pero pocos individuos de cada especie, lo que resulta en elevada diversidad.

Briófitas: son plantas no vasculares. En esta división se incluyen los musgos, hepáticas y antóceras.

Calidad del agua: es la condición física, química y biológica que conserva el estado natural de un cuerpo de agua.

Características del paisaje: Existen tres características que definen al paisaje (Forman & Godron), a saber:

- *Estructura:* la organización jerárquica y el ordenamiento espacial de los elementos.
- *Función:* la conexión funcional y la relación de los circuitos y controles que mantienen la operación de sistemas y procesos.
- *Cambio:* la alteración en la estructura y la función del mosaico ecológico a través del tiempo.

Caudal ambiental: la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad de agua expresada en términos de rangos, frecuencias y duración de la concentración de parámetros clave que se requieren para mantener un nivel deseado de salud en el ecosistema y en las condiciones socio-económicas y culturales.

Complejidad: Grado de asociación organizativa de los elementos del sistema; se correlaciona con el número de circuitos presentes y su nivel de conectividad y conectancia para el funcionamiento coherente y coordinado (e.g.:

el número de cadenas tróficas definidas para una red trófica en el bosque tropical tiene mayor complejidad que en regiones polares).

Complementariedad: Propiedad de los elementos del paisaje que se armonizan homeoréticamente al exponer sus componentes organizados en unidades diferenciables que se orientan en estructuras vectoriales (cadenas) cuya manifestación temporal permite definir encadenamientos en estructuras equipotenciales (pisos vegetacionales, zonas de vida, bandas, series zonales, cinturones equialitudinales) donde la homogeneidad espacial se concibe como la matriz del paisaje (sensu González Bernáldez)

Conectividad: Propiedad de los ecosistemas auto-organizados que se mantienen en equilibrio dinámico (homeostasis) o en constante cambio compensatorio a través del tiempo (homeorresis). El grado de conectividad. Está asociado positivamente con la capacidad del sistema a responder a influencias estocásticas del entorno y con la resiliencia y resistencia a la perturbación.

Conectividad del paisaje: Cuando el paisaje es considerado como un mosaico de retazos e interconexiones entre sí que permite la percolación (los recursos distribuyéndose entre los retazos) o el flujo de los elementos con direccionalidad de corredores.

Configuración espacial: El arreglo explícito de los atributos estructurales de los elementos del paisaje sobre la tierra o el mar, de acuerdo a las condiciones físicas del entorno. Los atributos paisajísticos y las pautas repetitivas del paisaje (*i.e.*: los patrones reiterativos) definen la configuración espacial (*sensu* Dansereau)

Configuración temporal: La coincidencia periódica de eventos que se suceden en determinados lapsos de tiempo, que define una historia característica del paisaje y predice futuros sucesos.

Configuración del hábitat: La organización espacial de las áreas ocupadas por la población en el tiempo en que el ambiente efectivo se presenta para dicho retazo en el mosaico de hábitats.

Conservación: El arte de usar adecuadamente la naturaleza con miras a asegurar la permanencia de buenas condiciones de vida para el hombre actual y las futuras generaciones así como el mantenimiento de la diversidad biológica y la base de recursos.

Conservación de biodiversidad: La gestión humana para obtener los mayores beneficios del contenido total de genes, especies, ecosistemas y paisajes terrestres, con miras a un prolongado rendimiento sustentable para las economías locales, regionales, nacionales y transnacionales y mundiales (globales). Se basa en tres principios básicos, a saber: salvar, estudiar y utilizar la diversidad biológica.

Corredor biológico: En Ecología de Paisajes es una estructura de conectividad que relaciona recíprocamente dos “islas” en medio de la “matriz”. Son estructuras importantes para facilitar la conectancia y la conectividad de los retazos, al facilitar la dispersión de animales y la migración de diásporas, prevenir la erosión del suelo, y facultar el control de plagas (Barrett & Bohlen). Los corredores de conservación en el paisaje cumplen funciones vitales para la reconstrucción del ecosistema y su mantenimiento (Saunders & Hobbs).

Corriente marina: Circulación continua en base de flujos de masas de agua, producida por el viento y otros factores que pueden producir circulaciones de corrientes superficiales, profundas, intertropicales o circumpolares (*e.g.*: la corriente del Golfo, la corriente de Humboldt, de “El Niño”, de Cromwell, etc.).

Costa: Región geográfica que comprende zonas entre la línea costera (o nivel del mar) hasta los repliegues de la cordillera interior (*e.g.*: En Ecuador, zonas de manglares, sabana, bosque seco y bosque tropical)

Comunidad: es el conjunto de organismos de todas las especies que coexisten en un espacio definido llamado biotopo que ofrece las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia.

Cuadrante: unidad de muestreo en dos dimensiones, cuadrada o rectangular dentro de la cual se cuentan o miden organismos; también se le llama cuadrante a la armazón que marca esta área.

Cuenca: es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico

Cuerpo de agua: Formación hídrica que puede presentarse en el paisaje. En conjunto, los cuerpos de agua continentales y oceánicos forman la hidrosfera y son, a saber: charcos temporales, estanques, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, manantiales, reservas subterráneas, acuíferos, casquetes polares y masas nubosas.

Densidad: número de organismos en un área o volumen definido.

Diádromo: tipos de peces y algunos otros organismos acuáticos que llevan a cabo migraciones regularmente entre agua salada y dulce.

Distribución cosmopolita: cuando se habla de una especie animal o vegetal significa que está extendido por todo tipo de climas y regiones del mundo y que su presencia es prácticamente mundial.

Diversidad: hace referencia tanto al número de especies o riqueza, como a la equitatividad o abundancia relativa de individuos entre las especies.

Ecorregión: es un área geográfica relativamente grande que se distingue por el carácter único de su morfología, geología, clima, suelos, hidrología, flora y fauna. Las ecorregiones corresponden a una estratificación del territorio que engloba procesos de orden evolutivo donde es posible identificar eventos vicarísticos y tectónicos que han definido la biodiversidad en esas áreas (Olson et al. 1998).

Ecosistema: es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan. Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat.

Efectos mutagénicos: los cambios en la secuencia de un ácido nucleico debidos a una mutación. Contempla la sustitución de nucleótidos pares-base e inserciones u omisiones de uno o más nucleótidos dentro de la secuencia de ADN.

Epibionte: organismo no parásito que vive por lo menos una fase de su ciclo vital encima de otro de mayor tamaño, al cual generalmente no le causa ningún problema.

Epilítico: organismo que se desarrolla sobre la superficie de sustratos duros.

Equidad: es el grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia relativa.

Equilibrio biológico: Estado en el que las poblaciones naturales mantienen su número de individuos mediante las fuerzas de predación (*i.e.*: productor (planta) comido por herbívoro (presa), éste comido por carnívoro (predador), éstos comidos por omnívoro (depredador), y así, sucesivamente)

Especie alóctona: véase especie introducida.

Especie endémica: taxón que está limitado a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

Especie exótica: véase especie introducida

Especie introducida: es una especie de organismos no nativos del lugar o del área en que se los considera introducidos, y han sido accidental o deliberadamente transportados a una nueva ubicación por las actividades humanas.

Especie nativa: es una especie que pertenece a una región o ecosistema determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana.

Estrategia: Plan del mecanismo que lleva a maximizar los resultados de un evento minimizando los costos que requieren ejecutarlo

Eutrófico: término que se utiliza para definir a cuerpos de agua con un nivel alto de productividad, por lo general tiene aguas turbias y niveles altos de nutrientes.

Eutrofización: se refiere al enriquecimiento de nutrientes en un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático.

Extinción: es la desaparición de todos los miembros de una especie o un grupo de taxones. Se considera extinta a una especie a partir del instante en que muere el último individuo de esta.

Fauna: Contenido de todos los grupos de animales presentes en un sitio determinado. Cuando se refiere a un grupo específico de animales se utiliza el prefijo correspondiente (*e.g.*: avifauna, herpetofauna, entomofauna).

Forma del paisaje: La estructura y forma esencial de un sistema cuya configuración espacial organiza los elementos en el espacio.

Fragmentación: Fenómeno espacial, a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad (*sensu* Lord & Norton) del hábitat; se aplica ahora a toda escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la interrupción de la continuidad se ha hecho evidente (*e.g.*: al deforestar para sembrar potreros se bloquea completamente la continuidad del bosque y se abren brechas totalmente distintas a la matriz, generando el conocido patrón de mosaicismo en forma de “tablero de ajedrez” en el paisaje).

Hábitat: lugar donde viven y crecen en forma natural los organismos.

Hidrotopo: Lugar o sustrato de los ecosistemas acuáticos que constituyen la parte esencial del medio abiótico en tales ecosistemas.

Hipertrófico: se define como el último estado de eutrofización en los ecosistemas acuáticos en el cual las fluctuaciones de la calidad del agua son extremas. Esta situación produce, paradójicamente, una elevada productividad biológica, disminución de la diversidad y procesos de floración de algas.

Homeotérmico: organismo que mantiene su temperatura corporal dentro de unos límites, independientemente de la temperatura ambiental.

Humedales: Existen más de 50 definiciones de lo que es un humedal y la más amplia es posiblemente la de la Convención Ramsar, ratificada en 1997); sin embargo, en el contexto de esta propuesta nos referimos a los humedales como lugares en transición entre sistemas terrestres y acuáticos continentales que se encuentran

cubiertos de agua de poca profundidad, de forma permanente o temporal, y que cuentan con la presencia de vegetación acuática. Incluyen los pantanos, lagunas, ciénagas y planicias de inundación, entre otros.

Íctico / Ictiofauna: hace referencia a peces o a la fauna de peces.

Identificación taxonómica: determinación de un individuo o espécimen de un organismo y asignación a un rango taxonómico con nombre científico

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.

Índice de Integridad Biótica: herramienta que brinda una referencia integral sobre la calidad ambiental y el estado de conservación de un hábitat.

Índices del paisaje: Expresiones de relaciones espaciales y ecológicas que permiten evaluar la integridad de la estructura del paisaje (Turner).

Integración: Es lo que la agregación en el sentido espacial; la integración tiende a formar y robustecer interiormente el contenido de la población, sea en el campo sociológico, religioso o político; en el campo netamente ecológico, con nichos específicos. Lo contrario es la desintegración.

Integridad ecológica: Condición de operación normal del ecosistema cuando éste posee todos sus elementos funcionales operando adecuadamente, y cuando sus procesos se encuentran en condiciones estables y duraderas. Las biotas armónicas son indicadores de integridad, de la misma manera que el aire y agua limpios, la presencia de predadores, etc.

Lagunas costeras: Cuerpos de agua limitados por cordones litorales y la acción de las corrientes en las bahías y ensenadas, generando marismas que producen ligeros hundimientos de la costa a veces los cordones litorales se rompen y generan pequeños islotes conectados por *Tómbolos* que limitan a su vez las lagunas costeras de cordones litorales estacionales.

Léntico: es un ecosistema o cuerpo de agua cerrado que permanece en un mismo lugar sin corriente continua, como los lagos, las lagunas, los esteros o los pantanos.

Lótico: es un ecosistema de agua fluyente y está principalmente representado por ríos y arroyos.

Macroalgas: algas que se extienden a más de un centímetro sobre el substrato; tales como *Dictyota* y *Halimeda*.

Macroinvertebrados acuáticos: animales invertebrados de tamaño mayor a 0,5mm que se encuentran asociados a algún ambiente acuático durante toda o parte de su ciclo de vida.

Macrofauna: véase macroinvertebrado acuático en este contexto.

Macrófita: son plantas adaptadas a los medios muy húmedos o acuáticos tales como lagos, estanques, charcos, estuarios, pantanos, orillas de los ríos, deltas o lagunas marinas.

Meiofauna: está compuesta por microscopicos animales que habitan entre los granos de arena y en los fangos. Se trata de pequeños invertebrados, que no superan 1 mm en la mayoría de los casos, y pueden llegar a medir 45 μm .

Mesosapróbico: organismo que habita en ambientes acuáticos medianamente contaminados.

Mesotrófico: término que se utiliza para definir a cuerpos de agua con un nivel intermedio de productividad, por lo general tiene aguas claras y niveles medios de nutrientes.

Monitoreo: uso sistemático de las respuestas biológicas para evaluar los cambios en el medio ambiente, para luego implementar programas de control o conservación.

Monitoreo ecológico: Conjunto de procedimientos tendientes a describir las características de un área silvestre y a evaluar sistemáticamente las condiciones pasadas y actuales de los ecosistemas; en base de esto, se procederá a desarrollar estrategias para el manejo adecuado de los recursos de dicha área

Nivel trófico: se le llama así a cada uno de los conjuntos de especies, o de organismos, de un ecosistema que coinciden por el turno que ocupan en la circulación de energía y nutrientes, es decir, a los que ocupan un lugar equivalente en la cadena alimenticia.

Oligosapróbico: organismo que habita en ambientes acuáticos en donde el agua está en condiciones similares a las que tenía antes de que hubiera una contaminación.

Oligotrófico: término que se utiliza para definir a cuerpos de agua improductivos, caracterizados por deficiencias de nutrientes, es decir, con baja productividad primaria y contenidos bajos de nutrientes.

Perifíticas: comunidades que están asociadas a sustratos inorgánicos o a sustratos orgánicos.

Perifiton: comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales y detritus orgánico e inorgánico) que se encuentra asociada a un sustrato, cobra gran importancia tanto en ambientes lóticos como lénticos.

Población: es un conjunto de organismos o individuos de la misma especie que coexisten en un mismo espacio y tiempo, y que comparten ciertas propiedades biológicas, las cuales producen una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo.

Polisapróbico: organismo que habita en ambientes acuáticos muy contaminados, donde predomina una elevada población de bacterias.

Riqueza: se refiere simplemente al número de especies que conforman una comunidad.

Sapróbico: organismo que obtiene su energía de la materia orgánica en disolución de los tejidos muertos o en descomposición de los cadáveres de plantas y animales.

Taxón: es un grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados, por ejemplo género, familia u orden. El plural de taxon en latín es taxa.

Unidad Ecológica de Drenaje (UED): se definen con base en la identificación de elementos que determinan procesos de orden ecológico (clima, geología, inundaciones...) por lo que una sola UED puede o no estar definida por una sola cuenca (Higgins et al. 2005).

Verificador: es aquella variable física, química o biológica simple o integrada que permite verificar el estado y el cambio de un indicador.

El actual deterioro ambiental del planeta y las altas tasas de pérdida de biodiversidad ameritan que los espacios naturales protegidos, estén manejados de forma efectiva. Para esto, es necesario que tengan una alta capacidad institucional de gestión y con la participación social adecuada, a través de lo cual sea posible controlar las fuentes de presión y así mantener su integridad ecológica. Asimismo, los espacios protegidos deberán estar articulados en sistemas que sean representativos, redundantes, resilientes y restaurativos para que en forma colectiva, logren mantener la biodiversidad en el largo plazo (Herrera y Finegan 2008).

Es así, como en el 2004, durante la VII Convención de Diversidad Biológica (COP-7) el Programa de Trabajo de Áreas Protegidas (PTAP) se planteó como objetivo para el 2010 en áreas protegidas terrestres y para el 2012 en áreas protegidas marinas, el establecimiento y mantenimiento de sistemas de áreas protegidas. Para tal fin, el PTAP plantea cuatro elementos necesarios que se deben cumplir. El cuarto de estos elementos corresponde a la generación de estándares, evaluación y monitoreo. Con esto se busca desarrollar y adoptar mejores prácticas que promuevan la evaluación y mejoramiento de la efectividad de manejo de las áreas protegidas, así como la evaluación y monitoreo del estado y las tendencias de las mismas. El fin es asegurar que el conocimiento científico realmente esté contribuyendo al establecimiento y efectividad de las áreas protegidas (CBD s.f. citado por Herrera y Finegan 2008). Asimismo, esto se articula con las “metas de Aichi” a ser cumplidas en el 2020. Estas metas, buscan promover acciones a gran escala que contribuyan con la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano (CBD 2012).

Por su parte, el Gobierno costarricense atendiendo al compromiso adquirido en la COP-7, desarrolló en el 2007 el Programa de Monitoreo de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC- CR). El monitoreo ecológico es una herramienta importante en el manejo de los sistemas ecológicos terrestres, marino-costeros y de aguas continentales, el cual está basado en dos enfoques principales: el de contextualizarse dentro del manejo adaptativo y el de considerarse como fuente de información primaria de las áreas dedicadas a la conservación (Finegan y Céspedes 2006 & Finegan et ál. 2008).

El PROMEC-CR en su primera fase contempló indicadores para el ámbito terrestre a escala nacional (SINAC 2007b). En la actualidad, se han desarrollado indicadores a múltiples escalas (nacional y local) para los ámbitos: terrestre, aguas continentales y marino-costero. De esta forma, el presente documento provee las condiciones de integración de los diferentes ámbitos en un solo Programa, enmarcándolo en la institucionalidad del país y así mismo, definiendo el conjunto de indicadores con sus protocolos para su implementación.

EL monitoreo brinda las facilidades para conocer el estado de salud de los ecosistemas como de sus recursos y de esta manera implementar medidas que efectivicen su manejo. El Programa de Monitoreo de las Áreas Protegidas y los Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR, se gesta principalmente para el cumplimiento del acuerdo de país en donde asume la adopción del Programa de Trabajo para las Áreas Silvestres Protegidas (ASP). Es así, que desde el año 2005 y bajo la colaboración de un grupo de expertos, se desarrolló la iniciativa de construir una propuesta de monitoreo para las diferentes estrategias de conservación como lo son las Áreas Protegidas y los Corredores Biológicos de Costa Rica.

En el año 2006, se creó una comisión representada por diferentes expertos en el tema de manejo de la biodiversidad, misma que invirtió grandes esfuerzos para dar marcha a la primera etapa del Programa: 2007-2011. Esta fase se cristalizó con la emisión de un catálogo de documentos técnicos que brindaron un marco conceptual que facilitara la comprensión del Programa técnica y científicamente a través del diseño de indicadores posibles para monitorear y evaluar periódicamente algunos componentes representativos de la biodiversidad terrestre en Costa Rica (SINAC 2007). Los documentos que respaldan el PROMEC *Terrestre* de escala nacional son: (1) Un documento técnico de referencia donde se discuten a profundidad los aspectos científicos y técnicos que respaldan el Programa, (2) Un plan de implementación, y (3) Un resumen ejecutivo. Se cuenta además con los indicadores a de escala local que explican el estado de conservación de la biodiversidad en áreas específicas.

Recuadro 1.**Insumos Técnicos para la formulación del este documento**

- ✓ Borrador de decreto “Reglamento de creación y funcionamiento del PROMEC-CR”. SINAC, 2013.
- ✓ Propuesta preliminar de ajuste y reorganización operativa para el PROMEC-CR. SINAC, 2013
- ✓ Propuesta de indicadores para el programa de monitoreo ecológico en el ámbito de los ecosistemas de aguas continentales. CEDARENA, 2013.
- ✓ Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y corredores biológicos: protocolos para PROMEC marino (SINAC 2013).
- ✓ Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. Indicadores para el Monitoreo Ecológico Marino: Protocolos para PROMEC Marino (Propuesta Borrador). Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica. SINAC-PNUD-GEF. San José, Costa Rica. 28p..

Dando continuidad al proceso de planificación del Programa en sus siguientes fases, en el año 2011, se realizó una propuesta de PROMEC de las áreas marino costeras del país, documento elaborado por CATIE con la revisión previa de dos informes realizados por Breedy y Fonseca (2010) como también de la Asociación Costa Rica por Siempre. El Programa propuesto es de alcance nacional, pero actualmente se cuenta además con los indicadores priorizados a escala local y el desarrollo de sus protocolos. Esto fue coordinado en el 2013 por el Proyecto Consolidación de Áreas Marinas Protegidas (SINAC-PNUD-GEF).

También en el año 2013, se procedió al diseño del PROMEC para el ámbito de aguas continentales, considerando diferentes escalas: nacionales, subregionales y locales. Los documentos fueron elaborados por CEDARENA en coordinación con SINAC y ACRXS. En estos se detallan los protocolos e indicadores para hacer la evaluación respectiva de este ámbito.

La importancia del monitoreo ecológico y el manejo adaptativo

Para lograr una gestión efectiva de la biodiversidad, es necesario tomar en cuenta la alta complejidad que caracteriza a los sistemas ecológicos, aunado al insuficiente bagaje de conocimiento que existe sobre los mismos. De tal forma, que si tomamos en cuenta que lo único constante en la naturaleza es el cambio, resulta sumamente difícil poder predecir los cambios que estos sufrirán. Por tal razón, el manejo de estos sistemas debe hacerse de forma *adaptativa* (Finegan et ál. 2007, Finegan et ál. 2008).

Es así, como el manejo adaptativo incorpora dentro de su concepción la inherente incertidumbre que conlleva cada proceso, para poder identificar tendencias inesperadas, a la vez que detecta y corrige los errores e impactos negativos de las medidas que se estén implementando. De esta forma, es posible generar un aprendizaje continuo, a la vez que se provee de los medios necesarios para manejar sistemas ecológicos y sociales que son dinámicos y complejos (Prabhu et ál. 1999, Finegan et ál. 2008).

Finegan y colaboradores (2008) definen el monitoreo como un proceso permanente en el tiempo, de recolección, análisis y difusión apropiada de información sobre un conjunto específico de variables o indicadores. A partir de estos insumos es posible el mejoramiento constante en el manejo del sistema con el que se esté trabajando.

Para el manejo efectivo de estos sistemas, se debe incorporar los principios del manejo adaptativo para que sea posible sortear los retos de la incertidumbre en los cambios que siempre estará asociada a las estrategias de conservación y para poder cumplir con los objetivos propuestos (Finegan et ál. 2007, Finegan et ál. 2008). Para ello, resulta indispensable incorporar el monitoreo ya que este provee la información necesaria sobre los cambios y el impacto real de nuestras acciones, permitiendo ajustar las estrategias de ser necesario (Morán et ál. 2005, Finegan et ál. 2007, Finegan et ál. 2008).

Esfuerzos del monitoreo en Costa Rica

En el ámbito terrestre, el mejor estudiado de los tres, una síntesis elaborada por Herrera y Polanía (2011), sobre los esfuerzos de monitoreo generados en las Áreas de Conservación del país, encontró que a esa fecha existían un total de 73 iniciativas de monitoreo registradas, 48 a nivel continental y 25 a nivel marino. En cuanto al monitoreo de los sistemas de aguas continentales, se han desarrollado esfuerzos para generar conocimiento básico, ya sea por el estudio biológico de ciertas especies acuáticas, por inventarios de organismos acuáticos, evaluación de ciertos ecosistemas o por el estudio del sistema hídrico, cuerpo de agua superficial o la cuenca hidrográfica de forma integral. No obstante, programas de monitoreo continuos y periódicos de especies acuáticas existen muy pocos en el país y con una duración de apenas poco más de diez años. La mayoría de los estudios realizados en ambientes de agua dulce son puntuales o con una duración de menos de tres años. Otro aspecto importante a tomar en cuenta, es que muchos de los estudios desarrollados, no se realizan con el objetivo de conocer la integridad ecológica y de identificar indicadores para ello, sino más bien representan estudios de biología básica (SINAC 2013).

Para el caso de los sistemas marinos y costeros, existen diversos estudios de monitoreo científico a largo plazo a nivel mundial que proporcionan la línea de base sobre la biodiversidad marina y documentan el tiempo de respuesta de los ecosistemas a cambios locales, regionales y globales, incluyendo el impacto humano y el cambio climático. Sistemas de monitoreo participativo llevado a cabo por gente aledaña a las Áreas Marinas Protegidas e instituciones de investigación que hacen el levantamiento de esta valiosa información, permiten detectar cambios repentinos o inesperados en dichos ecosistemas (CATIE 2011).

Los programas de monitoreo de la biodiversidad en Costa Rica han sido el resultado de propuestas por parte de organizaciones no gubernamentales y universidades nacionales y extranjeras. Estos estudios se han centrado en diferentes tipos de ecosistemas.

El PROMEC-CR y sus alcances

Dentro del marco de los compromisos adquiridos en la COP-7, el PROMEC-CR representa una de las herramientas que le permitirá al país manejar de forma efectiva, sistemas ecológicos complejos, cambiantes y poco conocidos. Además, constituye uno de los mecanismos necesarios para alcanzar las metas de conservación a corto, mediano y largo plazo, definidas en el proyecto GRUAS II (Finegan et ál. 2008, SINACc 2007).

Recuadro 2.

Metas Nacionales de conservación

El área mínima a conservar en cada Unidad Fitogeográfica (UF) no debe ser inferior a las 10.000 ha, en fragmentos no menores a 1.000 ha. Asimismo, la meta no deberá corresponder a menos del 10% ni más del 30% del total de la UF.

Meta a largo plazo del PROMEC-CR

“Contribuir de manera decisiva a la conservación de la biodiversidad del país, a través de la generación y aplicación a la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional, de información científica confiable sobre el estado de conservación de esa biodiversidad y sus tendencias.”

Meta a corto plazo del POMECC-CR

“Contribuir de manera decisiva al logro de la meta 2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica”

Fuente: SINAC 2007c.

Así mismo, con la creación del PROMEC-CR se busca obtener información fidedigna sobre los impactos humanos en los Elementos Focales de Manejo - EFM (comunidades, especies y procesos ecológicos y evolutivos), como sobre el grado de éxito de las medidas de manejo que se están implementando (SINAC 2007b). Esto permitirá desarrollar e institucionalizar modelos de gestión del conocimiento que faciliten al personal de las instituciones encargadas de la gestión de la biodiversidad, la generación y difusión del conocimiento como medio para mejorar el proceso de toma de decisiones (Herrera y Finegan 2008).

Recuadro 3.

Meta del PROMEC-CR

Contribuir de manera decisiva a la conservación de la biodiversidad del país, a través de la generación y aplicación a la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional, de información científica confiable sobre el estado de conservación de esa biodiversidad y sus tendencias.

Fuente: SINAC 2007b.

Cuadro 1. Objetivos específicos, metas y estado de avance del PROMEC-CR

ESPECIFICOS	METAS	ESTATUS
1. Crear las capacidades científicas, técnica e institucionales requeridas para su ejecución en el país como herramienta para el manejo adaptativo con fines de la conservación.	1.1 Implementadas exitosamente las medidas de fortalecimiento institucional del Programa de monitoreo.	5% de avance con el fortalecimiento de capacidades en el ámbito marino –costero
	1.2 Implementada una propuesta de fortalecimiento institucional.	0%
	2.1 Se han aclarado las relaciones del programa de monitoreo con otras iniciativas de generación y análisis de información sobre biodiversidad y uso de la tierra y otros ecosistemas a diferentes escalas, tanto gubernamentales como no-gubernamentales.	70% de avance ya que se cuenta con información relevante de los actores en los tres componentes
	2.2 La estructura orgánica del Programa es funcional y está reconocida por el país.	0%
2. Propiciar el desarrollo de un marco institucional adecuado para llevar a la práctica todas sus acciones.	2.3 El Programa cuenta con una serie de mecanismos de coordinación que formalizan la participación de los diferentes socios	0%
	3.1 El PROMEC-CR es reconocido a nivel nacional y ratificado a través de la legislación del país.	0%
	4.1 Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad y sus tendencias a través de la evaluación de indicadores <i>validados</i> .	33% avance de aplicación de indicadores en el ámbito terrestre
3. Procurar su plena integración a la cultura institucional del Estado costarricense.	4.2 Se han establecido las líneas base (15% - ámbito nacional) y los valores de activadores (100% en los 3 ámbitos) para la evaluación de los indicadores <i>por implementar</i> .	15% de avance en el establecimiento de líneas base de indicadores de aplicación inmediata en el ámbito terrestre 100% de avance en los valores de activadores de los tres ámbitos
	4.3 Se ha desarrollado y validado un grupo de indicadores inicialmente seleccionados como potenciales para el PROMEC-CR, y los indicadores aptos han sido incorporados al Programa.	1 indicador avanzado de los 5 indicadores de desarrollo
4. Conocer y evaluar el estado de conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias	5.1 Se han definido y formalizado los mecanismos para la aplicación de la información.	0%
	5.2. El país cuenta con una estructura institucional y funcional capaz de sustentar a largo plazo un Programa de monitoreo ecológico que facilite la información del estado de la biodiversidad y uso de la tierra y otros ecosistemas en el país	0%
5. Promover la utilización de la información que se genere, con un enfoque de manejo adaptativo en los procesos de toma de decisiones sobre las áreas protegidas y el resto del territorio nacional.		

La propuesta del Plan de Implementación del PROMEC-CR se contextualiza dentro de tres componentes importantes, considerados como el marco general en donde se operan las diversas acciones tal como se indica en la Figura 1.

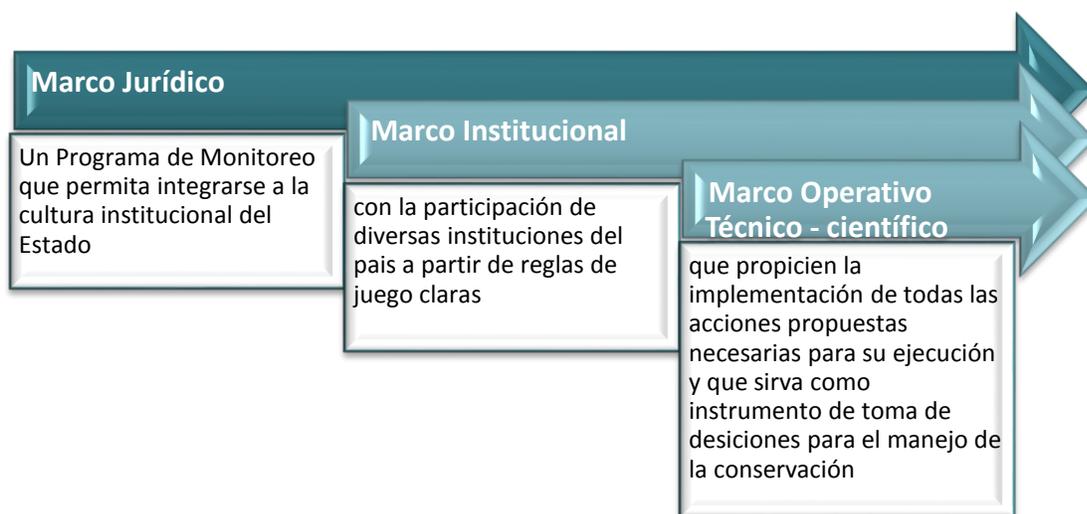


Figura 1. Componentes del PROMEC-CR

Marco Jurídico: Este componente está constituido por los principios y disposiciones a nivel de instrumentos normativos que respaldan desde el gobierno, la ejecución del PROMEC-CR en todas sus fases.

Marco Institucional: en este componente se enmarcan las diferentes organizaciones e instituciones partícipes del Programa, además de los instrumentos y lineamientos disponibles para la consecución de los objetivos del PROMEC-CR.

Marco operativo técnico-científico: en este componente se disponen de todos los instrumentos de carácter técnico y científico que se vinculan con el monitoreo de la biodiversidad en los tres ámbitos (terrestre, de aguas continentales y marino-costero) en el país. Es en este punto donde se cristaliza la interfaz entre ciencia y política, misma que se considera como uno de los pilares del PROMEC-CR.

Marco Jurídico

Jurídicamente, el PROMEC-CR se fundamenta a nivel internacional cumpliendo los acuerdos asumidos por el país como la normatividad nacional. El SINAC (2013), en su documento de propuesta de reorganización del Programa, señala el contexto jurídico tal como se describe a continuación:

El artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica señala que es deber del Estado garantizar el derecho ciudadano a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Ello implica que el Estado debe contar con los medios y mecanismos idóneos para *evaluar periódicamente la situación nacional del ambiente*, incluyendo los componentes de la biodiversidad.

Por otra parte, el artículo 7 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), ratificado mediante la Ley N° 7416 del 30 de junio de 1994, publicada en La Gaceta N° 143 del 28 de julio de 1994, pide que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: a) *identifique* los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible; b) *proceda, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento* de los componentes de la diversidad biológica una vez identificados, prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible; c) *identifique* los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y *proceda, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento* de esos efectos; y d) *mantenga y organice*, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento anteriormente referidas.

Mediante la Decisión VII/28, la Séptima Conferencia de las Partes Contratantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica adoptó, en febrero de 2004, el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas. En la actividad 4.3.1 del mismo se sugiere que las Partes apliquen *programas nacionales y regionales para supervisar y evaluar la situación y tendencias de la diversidad biológica en los sistemas y sitios de áreas protegidas*, con miras a la consecución de la meta global del Convenio al 2010, que busca una reducción significativa en la tasa de pérdida de la biodiversidad mundial.

La Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 del 4 de octubre de 1995, publicada en La Gaceta N° 215 del 13 de noviembre de 1995, declara de interés público –en su artículo 46– las actividades destinadas a conservar, mejorar y, en lo posible, recuperar la biodiversidad biológica del territorio nacional, e indica en su inciso d) que *deberá recurrirse al uso de la investigación y la monitoria para definir estrategias y programas de protección y manejo de los hábitat o las especies*. En el artículo 2 de esta misma ley se le pide al Estado costarricense que propicie, “por medio de sus instituciones, la puesta en práctica de un sistema de información con indicadores ambientales, destinados a medir la evolución y la correlación con los indicadores económicos y sociales para el país”.

A su vez, en el artículo 51 de la Ley de Biodiversidad N° 7788 del 30 de abril de 1998, publicada en La Gaceta N° 101 del 27 de mayo de 1998, se establece que el Ministerio de Ambiente y Energía (entonces MINAE, hoy MINAET), en colaboración con otros 3 entes públicos y privados, dispondrá de *un sistema de parámetros que permita la identificación de los ecosistemas y sus componentes, para tomar las medidas apropiadas, incluso la mitigación, el control, la restauración, la recuperación y la rehabilitación de los mismos.*

En el artículo 69 y en el transitorio IV del Reglamento a la Ley de Biodiversidad, decreto ejecutivo N° 34433-MINAE del 11 de marzo de 2008, publicado en La Gaceta N° 68 del 8 de abril de 2008, se dispone que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación establecerá, en un plazo no mayor de seis meses a partir de su publicación, *un programa nacional de monitoreo que permita determinar el grado de cumplimiento de los objetivos de creación de las áreas silvestres protegidas y de los corredores biológicos que las interconectan, tanto en los aspectos de efectividad de la gestión como de la integridad ecológica de sus ecosistemas.*

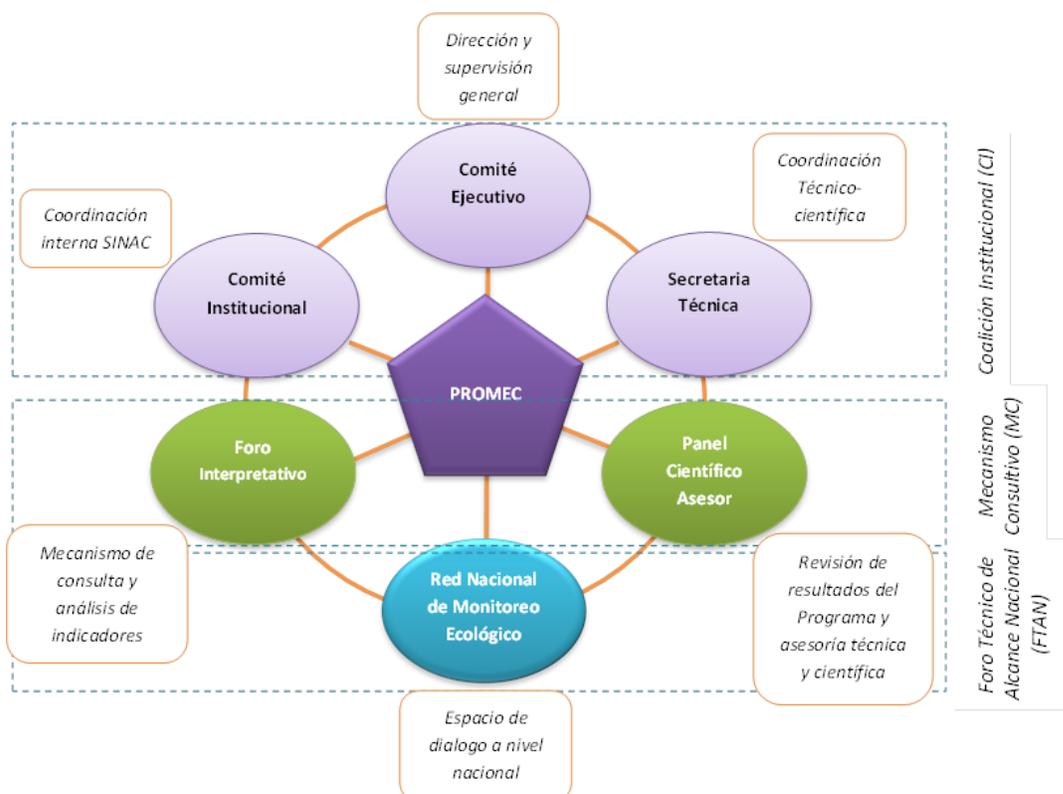
Finalmente, está en proceso de elaboración para la respectiva aprobación, el Decreto Ejecutivo que le da la figura jurídica al Programa y de esta manera sea reconocido oficialmente por el gobierno costarricense.

Marco Institucional

De acuerdo al marco jurídico, el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) tiene la potestad de asegurar la conservación de la integridad de los ecosistemas y sus componentes a través del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), tal como lo establece la Ley de Biodiversidad No. 7788.

El SINAC ha estado a cargo de la gestión de las áreas silvestres protegidas y corredores biológicos, desde su establecimiento hasta su manejo. No obstante, a pesar de toda la experiencia acumulada por el país en esta materia (y de contar con otros esquemas de monitoreo gubernamental, orientados hacia la efectividad de la gestión), a la fecha no se cuenta con un sistema de monitoreo ecológico debidamente consolidado que en diferentes escalas de manejo, permita contar con información confiable, actualizada y periódica sobre el estado de la biodiversidad.

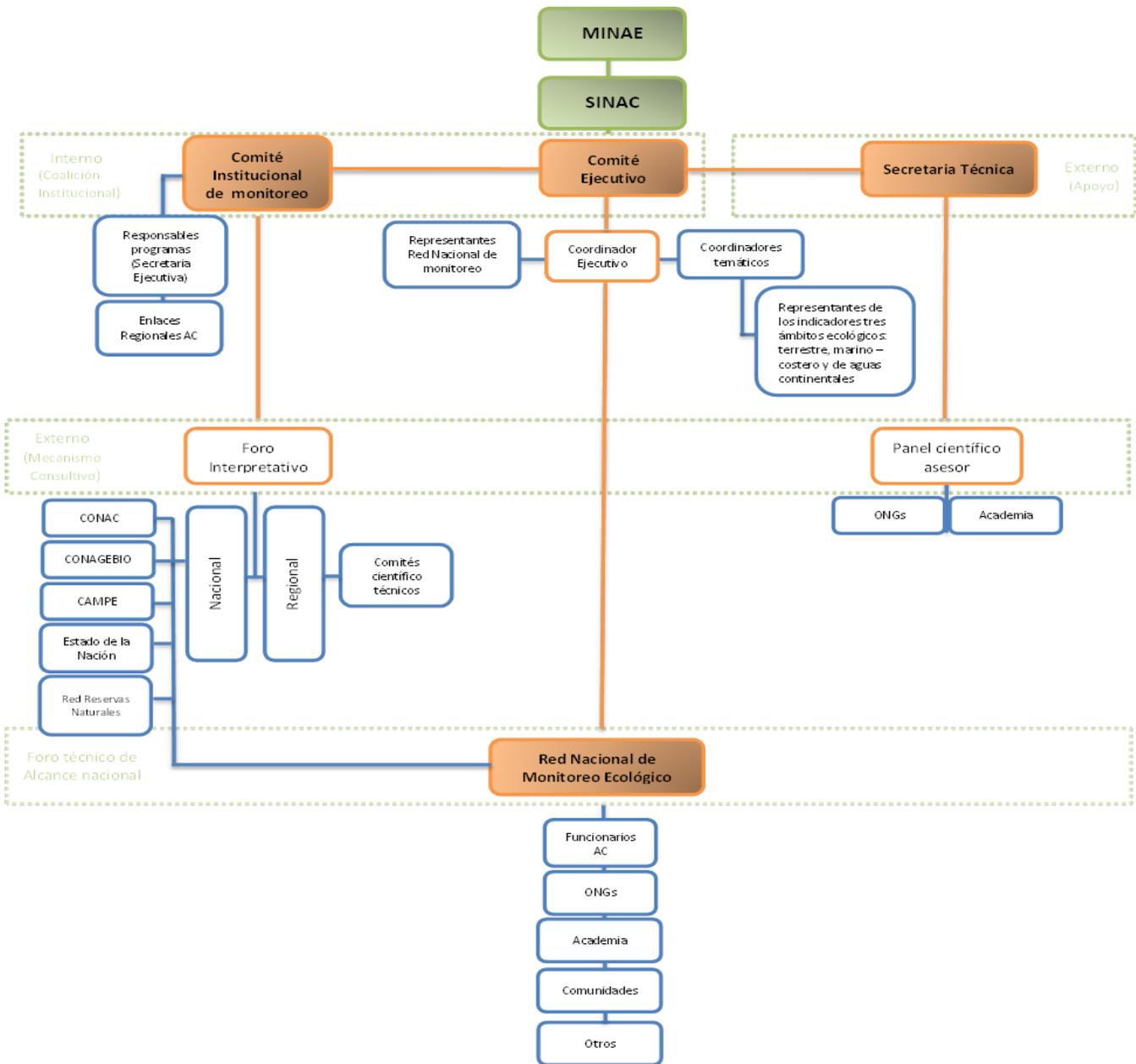
Bajo este contexto, se plantea un nuevo enfoque de implementación del PROMEC-CR, con una nueva propuesta de estructura organizativa, donde el SINAC se convierte en el responsable directo de la ejecución del mismo. La nueva estructura está basada en tres instancias que propiciarán el desarrollo efectivo del mismo: una *Coalición Institucional (CI)*, un *Mecanismo Consultivo (MC)* y un *Foro Técnico de Alcance Nacional (FTAN)*. En los siguientes párrafos se establecen las responsabilidades y potestades de cada una de dichas instancias y además, el tipo de relación que mantienen entre ellas (Figura 2).



Fuente: SINAC, 2013

Figura 2. Nueva estructura operativa del PROMEC-CR

El organigrama institucional del Programa propuesto es de tipo vertical en donde se incluyen las diferentes instancias ejecutoras, sus funciones y relaciones entre sí; ello facilita la comprensión de su estructura funcional, tal como se observa en la Figura 3.



Roles y responsabilidades de los ejecutores del PROMEC-CR

Figura 3. Organigrama institucional del PROMEC-CR

Bajo el marco de la nueva estructura del Programa, se mantiene la idea de una iniciativa interinstitucional, con la participación de diferentes sectores sociales del país, en el cual la participación es inclusiva y donde el sector privado jugará un rol importante para la implementación del PROMEC-CR. Sin embargo, la nueva figura institucional del Programa es de carácter gubernamental, el cual está coordinado y articulado desde las instancias del SINAC y el organigrama institucional. A continuación se definen cada una de las instancias ejecutoras y sus responsabilidades en la implementación.

I. Coalición Institucional (CI)

Será el primer componente del PROMEC-CR, el cual ejercerá un rol importante ya que es la instancia de coordinación de toda la gestión del Programa. Se plantea que este componente sea de carácter institucional, coordinado y articulado al interior del gobierno como un programa institucional, a través del SINAC.

Este componente está conformado por tres instancias responsables de la institucionalidad del Programa, cada una con su respectiva función pero articuladas en sí mismas: un *Comité Ejecutivo (CE)*, un *Comité Institucional de Monitoreo (CIM)*, y una *Secretaría Técnica (ST)*.

- a. **El Comité Ejecutivo (CE).** Será el responsable de la conducción y ejecución del Programa en todo su proceso de gestión. El CE es de carácter permanente y estará conformado por el coordinador ejecutivo del Programa, los Coordinadores Temáticos y algunos representantes de las Áreas de Conservación directamente vinculados con la RNME. Esto se garantizará mediante el establecimiento de convenios de cooperación con las entidades involucradas o socios estratégicos del Programa. Dentro de sus funciones se establecen:
- Planificación a corto, mediano y largo plazo, evaluación y seguimiento de los procesos.
 - Coordinación de la Red Nacional de Monitoreo Ecológico (RNME).
 - Elaboración y diseño de un manual de procedimientos del CE.
 - Selección del personal en conjunto con la ST para la ejecución de los Planes de Trabajo del Programa.
 - Convocar a reuniones periódicas a través de sesiones mensuales o bimestrales establecidas en el manual de procedimientos.

b. El Comité Institucional de Monitoreo (CIM). Será una instancia de conducción técnica de carácter institucional incluido dentro del SINAC quien será el responsable del proceso de implementación del PROMEC-CR a nivel gubernamental. Su propósito principal será garantizar la sostenibilidad del Programa y la inclusión dentro de la estructura administrativa y financiera de la institución. El CIM será de carácter permanente y estará conformado por funcionarios de la Secretaría Ejecutiva del SINAC, responsables de distintos programas institucionales vinculados con el tema (v.g. Investigación, Marino Costero, Fuegos, Vida Silvestre, Corredores Biológicos, etc.). Dentro de sus funciones están las siguientes:

- Acompañamiento al Comité Ejecutivo en la conducción y coordinación general del Programa.
- Coordinación del Foro Interpretativo (FI).
- Elaboración y diseño de un manual de procedimientos del CIM.
- Convocar a reuniones periódicas a través de sesiones mensuales o bimestrales establecidas en el manual de procedimientos.
- A nivel de las Áreas de Conservación, el CIM coordinará con los distintos enlaces regionales de los programas correspondientes, incluyendo aquellos que conforman el Comité Técnico de Investigación (CTI) del SINAC¹, quienes serían los responsables de la coordinación regional del PROMEC-CR.

c. La Secretaría Técnica (ST). Será una instancia de conducción técnica externa de apoyo, que será asumida por un socio estratégico del SINAC cuyo perfil sea pertinente para el desarrollo del Programa. Esta secretaria será de carácter permanente y su vinculación se legitima a través de un acuerdo de colaboración entre el SINAC y dicha institución. Preferiblemente esta secretaria deberá estar a cargo de una entidad académica competente e interesada. Las funciones de la ST serán las siguientes:

- Coordinación de aspectos técnico-científicos del Programa.
- Coordinación del Panel Científico Asesor (PCA).
- Elaboración y diseño de un manual de procedimientos de la ST.

¹ El artículo 32 de la Ley de Biodiversidad N° 7788 indica que *“cada Área de Conservación deberá contar con un comité científico-técnico, cuya función será asesorar al Consejo y al director en los aspectos técnicos del manejo del área. De dicho Comité formarán parte los responsables de los programas del área, así como otros funcionarios y personas externas al área designada por el director. Este Comité es un foro permanente cuyo carácter es el máximo órgano asesor para analizar, discutir y formular planes y estrategias que serán ejecutados en las Áreas de Conservación.”*

II. **Mecanismo Consultivo (MC)**

Es el segundo componente del PROMEC-CR en donde su participación es *ad hoc*. Su responsabilidad es contribuir en el análisis, discusión y retroalimentación de la información a partir del conocimiento científico, la experiencia y estudios de caso específicos desarrollados en campo y que servirá para la toma de decisiones establecidas bajo el marco del monitoreo ecológico. Este componente está enmarcado en una participación activa de diferentes sectores: academia, sociedad civil y los tomadores de decisiones. En este componente se incluyen dos instancias importantes: un *Foro Interpretativo (FI)* y un *Panel Científico Asesor (PCA)*.

- a. **El Foro Interpretativo (FI)**. Es una de las instancias representadas a nivel nacional por un grupo de expertos que además del conocimiento, tienen la potestad de tomar decisiones a través del diseño de políticas y estrategias promovidas en el país. Es así, que este foro se convierte en clave fundamental a la hora de promover la interfaz CIENCIA – POLITICA, ya que el PROMEC-CR no solo sería un proceso fundamentado en conocimiento técnico-científico sino además, tendrá un fundamento político-práctico.

Constituye un “*mecanismo*” *ad hoc* de consulta participativa, en los niveles regional (Comités Científicos de las AC y actores externos relevantes) y nacional (representantes del Consejo Nacional de Áreas de Conservación (CONAC), de la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO), de la Comisión Asesora para el Mantenimiento de los Procesos Ecológicos (CAMPE), de la Red Costarricense de Reservas Naturales, del Programa Estado de la Nación y de distintas ONG vinculadas a la RNME. Esta instancia será de carácter no permanente cuya participación es voluntaria. Son funciones propias de esta instancia:

- Análisis de los resultados de los indicadores, transferidos a recomendaciones de política pública para los tomadores de decisión.
 - Coordinar acciones con el CE, el PCA, el CIM y la ST.
 - Convocar a sesiones ordinarias anuales durante el período comprendido entre uno y otro informe nacional sobre el estado de conservación de la biodiversidad; con sesiones más frecuentes durante el período de preparación de los informes nacionales.
- b. **Panel Científico Asesor (PCA)**. Este panel será el responsable de promover y facilitar el intercambio de información relevante para las metas de conservación nacional y las del PROMEC-CR. Este intercambio será desarrollado entre los integrantes del Comité Ejecutivo, instituciones estatales a nivel regional, organizaciones locales (municipalidades, comités de corredores biológicos, organizaciones de productores y otros) y en el sector privado. El panel es de carácter no permanente, cuya participación es voluntaria y será conformado por representantes de la academia y de organizaciones no gubernamentales (ONG). Sus funciones son:

- Asesoría *ad hoc* en aspectos técnico-científicos del Programa.
- Revisión independiente de los resultados del Programa.
- Convocar a sesiones ordinarias anuales durante el período comprendido entre uno y otro informe nacional sobre el estado de conservación de la biodiversidad; con sesiones más frecuentes durante el período de preparación de los informes nacionales.

III. Foro Técnico de Alcance Nacional (FTAN)

Este componente lo constituye un porcentaje importante de actores de la sociedad civil que tienen incidencia en la conservación y uso de la biodiversidad en el país. Muchas organizaciones e instituciones participan activamente de los procesos de tomas de decisiones del país, reafirmando la relación entre Estado - sociedad civil. Este foro tendrá la responsabilidad de generar, discutir y retroalimentar los temas específicos del monitoreo ecológico y el manejo adaptativo como herramienta de gestión para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Este componente es la plataforma de interacción entre las acciones del Programa y el quehacer de los distintos actores y sectores implícitos en las diferentes temáticas y a diferentes escalas del territorio. El componente en mención está integrado por *la Red Nacional de Monitoreo Ecológico (RNME)*.

- a. **Red Nacional de Monitoreo Ecológico (RNME).** La red es una instancia de apoyo que será conformada por diferentes sectores del país: sociedad civil (ONG, centros de investigación, universidades y comunidades), instituciones públicas y privadas (nacionales e internacionales) y el gobierno, representado por funcionarios de las áreas de conservación. Constituye el espacio de diálogo más amplio a nivel nacional sobre el tema de monitoreo ecológico. La red será un mecanismo de seguimiento del Programa como también será la plataforma de intercambio de recursos (flujo de información). La red será de carácter permanente y quienes participen en ella será de manera voluntaria. Su coordinación estará a cargo del Comité Ejecutivo como mesa directiva, quien a su vez será el órgano de representación del PROMEC-CR. Sus funciones son:
- Promoción, intercambio y difusión de experiencias de monitoreo ecológico en el país (a nivel de metodologías, resultados, etc.).
 - Convocar a sesiones ordinarias anuales y eventos extraordinarios según sea requerido o solicitado por los miembros.

Marco Operativo Técnico Científico

El PROMEC-CR busca generar conocimiento sobre el estado de la biodiversidad tanto, terrestre, de aguas continentales como marino costera. No obstante, resulta imposible monitorear toda la biodiversidad del país. Por consiguiente, cuando algo no puede ser medido directamente, se debe recurrir a la evaluación indirecta de indicadores que brinden un panorama sobre su estado (Finegan et ál. 2007, Finegan et ál. 2008). De esta forma, los indicadores están en función de Elementos Focales de Manejo (EFM), los cuales se definen como aquellos elementos, características o valores que queremos conservar en un área, ya sean: especies, comunidades naturales, ecosistemas y los procesos naturales que sustentan la biodiversidad (Granizo et ál. 2006), a partir de los cuales se pueden focalizar las acciones de manejo (Herrera-F 2012). En el PROMEC-CR se proponen EFM para sistemas terrestres, aguas continentales y marino costero (Figura 4).

En el caso del ámbito terrestre, los EFM que se seleccionaron bajo el enfoque de “**Filtro Grueso – Filtro Fino**”. Este enfoque se basa en el principio de que conservando los niveles de organización más altos, tales como: sistemas ecológicos, paisajes y procesos ecológicos a escala de paisaje (elementos de filtro grueso), es posible conservar todo lo que se encuentra en su interior, es decir elementos de filtro fino tales como: comunidades, especies y la diversidad genética (Granizo et ál. 2006). En el caso del ámbito de aguas continentales, se seleccionaron dos de los tres EFM identificados por GRUAS II (SINAC 2007c), los sistemas ecológicos lénticos y los lóticos. En el caso del ámbito marino costero, estos fueron seleccionados en función de los planes de manejo de las ASP que tienen componente marino y, la Estrategia Nacional para la Gestión para la integración de los Recursos Marino Costeros (CIZEE-CR 2008) y GRUAS II (SINAC 2009).

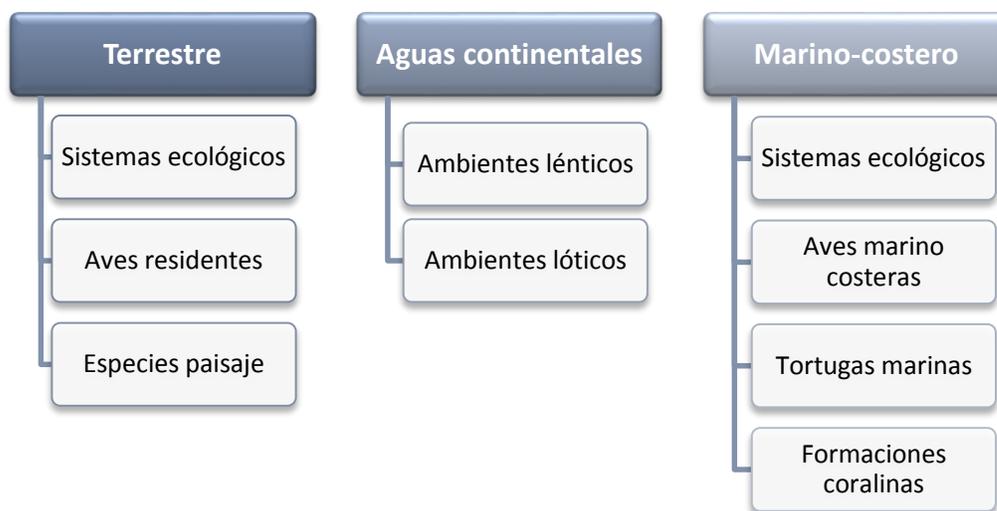


Figura 4. Elementos Focales de Manejo contemplados en el PROMEC-CR, según los ámbitos: terrestre, de aguas continentales y marino-costeros

Así mismo, el PROMEC-CR contempla indicadores a dos escalas, la nacional y la local. Debido a que la biodiversidad debe ser monitoreada a múltiples niveles de organización, a escalas espaciales y temporales múltiples. Esto debido a que grandes preguntas requieren diferentes niveles de resolución, permitiendo el reconocimiento de los diferentes niveles de estrés que se expresan en los diversos niveles de organización. De esta manera, basándose en la teoría Jerárquica, que sugiere que los niveles mayores incorporan y limitan el comportamiento de niveles inferiores, la biodiversidad debe ser monitoreada en múltiples niveles de organización, tiempo y espacio. En este sentido, la jerarquía se descompone en cuatro elementos: 1) paisajes regionales, 2) comunidades y ecosistemas, 3) especies y poblaciones y 4) genes (Noss 1990).

Estructura del componente operativo técnico-científico

Como se mencionó en la sección anterior, el PROMEC-CR está dividido en tres ámbitos: terrestre, aguas continentales y marino-costero. En cada ámbito se seleccionaron Elementos Focales de Manejo (EFM) para medir el estado de la conservación de la biodiversidad a dos escalas: la nacional y la local. Para cada escala, se diseñaron indicadores con sus respectivos verificadores (Figura 5).

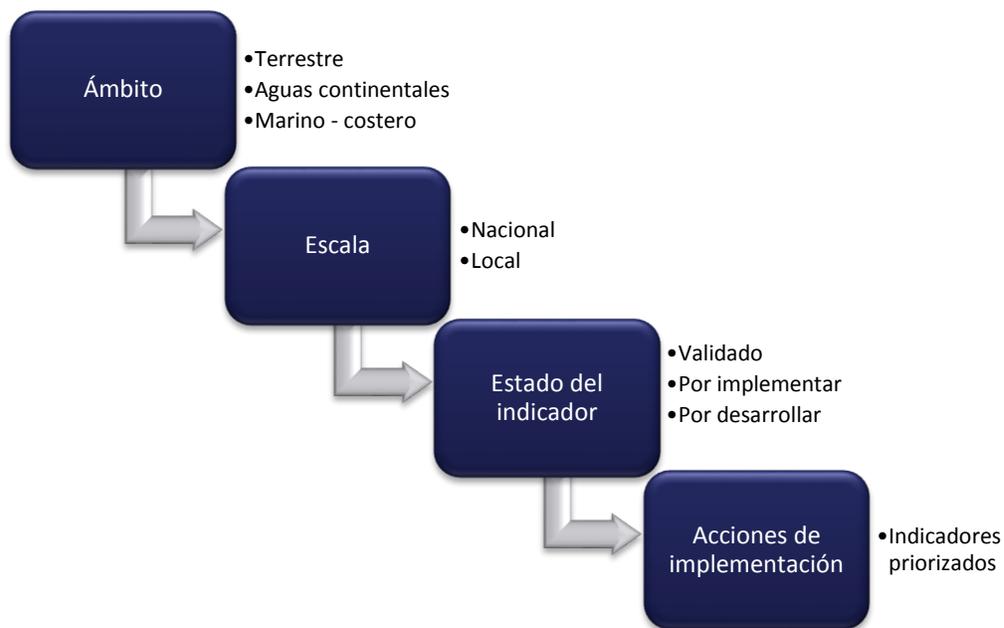


Figura 5. Estructura de análisis de los indicadores en el componente operativo técnico-científico

Un 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. Para que un indicador sea aceptable, debe cumplir con las características descritas en el Recuadro 2. Por otro lado, los verificadores representan la fuente de información o el valor de referencia para el indicador, así como la manera o procedimiento en que estos deben ser evaluados. En el Cuadro 2, se presenta el número de indicadores y verificadores para cada ámbito y escala. El detalle de los indicadores y los protocolos se encuentran en el Anexo 2.

Cuadro 2. Número de indicadores y verificadores según el ámbito (terrestre, de aguas continentales y marino costero) y la escala (nacional o local)

	Terrestre	Aguas continentales	Marino Costero
Nacional	9 indicadores	5 indicadores	5 indicadores
	61 verificadores	9 verificadores	13 verificadores
Local	2 indicadores	7 indicadores	15 indicadores
	16 verificadores	15 verificadores	

Recuadro 4. Atributos considerados esenciales para un indicador

- Relevante ecológica- y biológicamente. Se refiere al grado de importancia que tiene el indicador respecto a la evaluación de la biodiversidad en relación con las metas del programa de monitoreo.
- Relevante para diferentes grupos de interesados. Se refiere al grado de importancia que tiene el indicador respecto a los sistemas de valores y las percepciones de diferentes grupos de personas interesadas en la conservación de la biodiversidad.
- Estrechamente relacionado con la meta superior de la evaluación. Se refiere al grado en que el indicador esté directamente, obviamente, intuitivamente o lógicamente relacionado con las metas del programa de monitoreo.
- Represente una medida sintética o integradora. Si el indicador resume o integra una gran cantidad de información.
- Medible. El indicador debe presentar facilidad para su detección, medición e interpretación.
- Ámbito de respuesta amplio. Si el indicador suministra información valiosa sobre una amplia gama de grados de perturbación o alteración de la biodiversidad.
- Costo-eficiente. En la obtención de la información sobre el indicador no deben haber costos excesivos, ni en términos absolutos ni en términos relativos (con relación a la importancia de la información que provee).
- Confiable y repetible. La metodología para obtener e interpretar la información del indicador debe ser clara y replicable o repetible, de manera que proporcione los mismos resultados cuando sea aplicada por diferentes personas.

Fuente: SINAC 2007

Una condición definida para cada indicador es el **estado del indicador**, ya que existen indicadores que han sido implementados en la primera fase del Programa y otros que aun requieren de su desarrollo, se definieron tres categorías de análisis de los indicadores: (1) *Indicadores validados*, cuya característica es que son indicadores que fueron desarrollados, verificados y analizados (cuentan con línea base) (2) *Indicadores por implementar*, estos indicadores cuentan con los protocolos pero aún no han sido implementados, y (3) *Indicadores por desarrollar*, son los indicadores que aún no cuentan con protocolos definidos y que deben ser considerados dentro de una agenda de investigación .

Enfoque de territorio utilizado en el PROMEC-CR

La conservación de todo el conjunto diversidad biológica que alberga nuestro país, así como el mantenimiento de los servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano, implica esfuerzos integrados entre la tierra y el mar. No obstante, históricamente en el mundo se han dedicado significativamente mayores esfuerzos a la investigación y conservación de ecosistemas terrestres que de los marinos, tratándolos como si fueran sistemas desvinculados, cuando la realidad es todo lo contrario.

Existen procesos de tierra-mar que son cruciales, tales como: los movimientos de algunas especies que se desplazan entre el agua dulce y el mar (como en el caso de algunas especies de tiburones, lagartos, entre otros);

el flujo de nutrientes entre los sistemas de estuarios y manglares; migraciones para el desove estacional (por ejemplo algunas especies de cangrejos marinos); alimentación intermareal como en el caso de algunos mamíferos terrestres; aportes de nutrientes por especies de gran movilidad (como las aves marinas); también los desplazamientos de animales (por ejemplo, las aves marinas que tienen sus crías en ambientes terrestres y se alimentan en el mar); algunos sistemas como los manglares que sustentan especies y proporcionan protección para etapas vulnerables de la vida de especies terrestres, de agua dulce, y las especies marinas; y algunos sistemas de transición de agua dulce-marinos, como en el caso de los pastos marinos, que atrapan sedimentos y materia orgánica.

De esta forma, los cambios antropogénicos en la tierra o el mar, pueden interrumpir estos procesos. Las amenazas entre estos sistemas ocurren con mayor frecuencia de la tierra al mar mediante los ríos. Algunos ejemplos son: los nutrientes que provienen de la agricultura y que llegan hasta el mar mediante los cuerpos de agua dulce y que pueden eutrofización severa, toxicidad en el fitoplancton y la hipoxia en los ecosistemas costeros. También está la expansión de la agricultura, la silvicultura y la urbanización, que conducen a la pérdida de suelo y aumenta la carga de sedimentos en los ríos, alterando la estructura y función de los ecosistemas estuarinos y costeros. Por otro lado, el uso de pesticidas en la agricultura genera pérdida de los manglares y blanqueamiento de corales.

Por otro lado, puede ocurrir el caso que una amenaza afecte tanto aguas arriba como aguas debajo de un río, tal y como ocurre con las represas hidroeléctricas y otras prácticas de gestión del agua. En este caso, las presas en los ríos pueden alterar el flujo de sedimentos, nutrientes y agua, dando lugar a posteriores cambios en los ecosistemas costeros (por ejemplo cambios en la composición de las especies de fitoplancton) y la disminución en la productividad de las zonas de pesca. Asimismo, los peces anádromos que desovan aguas arriba podrían ver interrumpidos sus rutas de migración.

Relación entre el PROMEC-CR y otros instrumentos de manejo

El monitoreo es un componente integral de la planificación para la conservación y manejo de la biodiversidad a diferentes escalas espaciales. Es así entonces que los resultados del monitoreo pueden utilizarse para realizar ajustes en los procesos de planificación sistemática a **escala nacional** que el país lleva adelante, concretamente sobre las metas de conservación establecidas por el análisis de vacíos en la representatividad de la biodiversidad, conocido como GRUAS II.

Igualmente, como se verá en la siguiente sección, existen indicadores en los diferentes ámbitos que pueden interpretados a diferentes escalas de gestión, desde lo nacional hasta lo local (i.e. área protegida). Esto implica que tales indicadores a **escala local o regional** (i.e. Área de Conservación) pueden integrarse como fuentes de información dentro de los planes de manejo de las áreas protegidas o en los procesos de planificación que se llevan actualmente a nivel de corredores biológicos, en donde CATIE se encuentra preparando una guía metodológica para tales fines.

Este proceso también debe integrarse con el monitoreo de la integridad ecológica de las áreas silvestres protegidas recientemente integrado en la herramienta de evaluación de efectividad de manejo. Los indicadores del PROMEC, por ejemplo, a nivel local pueden ser utilizados en la evaluación de este indicador de integridad.

Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo

Dentro del conjunto de indicadores que integran al PROMEC-CR, se pueden encontrar grupos de indicadores que son complementarios en cuando a esfuerzo de monitoreo se refiere. Tal es el caso de seis indicadores que se generan a partir de sistemas de información geográfica (Cuadro 3).

Cuadro 3. Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo en los indicadores generados a partir de Sistemas de Información Geográfica

Terrestre	Aguas continentales	Marino-costero
1.1. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas, según las metas nacionales de conservación establecidas por GRUAS II.	2.1. Área y grado de fragmentación del bosque ribereño.	3.1. Área y cobertura actuales dentro y fuera de las ASP marino-costeras o con componente marino-costero.
1.2. Área y grado de fragmentación de distintos tipos de cobertura en los principales corredores biológicos.		3.6. Área física disponible como sitio de anidamiento.
1.6. Grado de conectividad estructural de los principales corredores biológicos.		

Otro grupo de indicadores que tienen esfuerzos de monitoreo complementarios son los que se generan a partir de los índices de listas rojas. En este caso son cuatro indicadores (Cuadro 4).

Cuadro 4. Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo en los indicadores generados a partir de los índices de listas rojas

Terrestre	Aguas continentales	Marino-costero
1.4. Índice de Lista Roja para aves residentes.	2.4. Índice de Lista Roja para anfibios. 2.5. Índice de Lista Roja para aves acuáticas.	3.3. Índice de lista roja de las aves marino costeras.

El último grupo de indicadores complementarios son los referentes al avance y efectividad de manejo de áreas protegidas. En este caso, encontramos dos indicadores, uno para el ámbito Terrestre, y otro para el Aguas continentales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Complementariedad en los esfuerzos de monitoreo en los indicadores generados a partir de los resultados sobre el avance y efectividad de manejo de áreas protegidas

Terrestre	Aguas continentales	Marino-costero
1.3. Efectividad de Manejo de las Áreas Protegidas.		3.5. Avance y efectividad en la gestión de las áreas protegidas marino-costeras y con componente marino-costero.

Priorización de indicadores y sitios de muestreo para el monitoreo

Aunque para cada ámbito de la biodiversidad en forma individual y en función de su escala se han sugerido los respectivos indicadores (ver arriba) así como los sitios de muestreo (ver Anexo 2), para efectos de implementación se seleccionaron un conjunto de indicadores prioritarios para su implementación en el corto plazo. Dentro de su priorización, estos indicadores deberían cumplir los siguientes criterios: a) fáciles de medir, b) ser costo-efectivos, c) arrojar información veraz, y b) procurar la transversalidad entre la escala y los ámbitos.

En el ámbito terrestre, la selección de indicadores se definió a través de la identificación de métricas de la biodiversidad que se complementen, especialmente en relación con la discutida y hasta polémica tensión entre, por un lado, los argumentos a favor de métricas de estructura y conservación de hábitat y por otro lado, las evaluaciones de grupos de especies o hasta especies individuales. No cabe duda de que aunque no sea una panacea, la evaluación de estructura y composición de hábitat a través de imágenes de sensores remotos debe ser la columna vertebral de cualquier programa de monitoreo a escalas grandes, y este es el enfoque que predomina para la primera etapa del PROMEC-CR (los indicadores 1.1 y 1.2 ver Cuadro 6). La línea base fijada

para estas evaluaciones es el año 1996, año en el cual se estableció el marco legal, particularmente la Ley Forestal, que sigue gobernando la dinámica del uso de la tierra en cuanto a los hábitat naturales.

No obstante las limitaciones de este enfoque son bien conocidas y para un monitoreo más integral el PROMEC-CR lo complementa para la implementación inmediata, con la información que generará la evaluación de la efectividad del manejo de las áreas protegidas por parte del SINAC y la de los corredores biológicos del país (la efectividad de manejo tiende a presentar una correlación importante con el estado de conservación de la biodiversidad). Puesto que el SINAC dentro de sus competencias aplica anualmente el indicador de efectividad de manejo de áreas protegidas, se ha decidido priorizar el indicador sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos del país (Indicador 1.4.).

Cuadro 6. *Priorización de indicadores en el ámbito terrestre a escala nacional y local*

Escala nacional	Escala local
Indicador 1.1. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas, según las metas nacionales de conservación establecidas por GRUAS II.	Indicador 1.10. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica representada dentro de cada áreas protegidas
Indicador 1.2. Área y grado de fragmentación de distintos tipos de cobertura en los principales corredores biológicos.	Indicador 1.11. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal en cada corredor biológico del país.
Indicador 1.4. Avance y efectividad de la gestión de los principales corredores biológicos.	

En el ámbito de aguas continentales a escala nacional se recomienda la priorización de los indicadores 2.1, 2.3 y 2.5. Estos tres indicadores son de implementación relativamente sencilla y de bajo costo, además de representar la diversidad de los diferentes ambientes de aguas continentales, tanto de sistemas lénticos como lóticos. El grupo de las aves acuáticas además presenta varias ventajas entre las cuales se destacan: i) su afectación por una gran variedad de factores que reflejan directa e indirectamente el estado de conservación o grado de alteración de los ecosistemas de aguas continentales y ii) la existencia de métodos establecidos y grupos de ornitólogos formados que realizan inventarios de este grupo lo cual resulta en información disponible confiable.

Para la escala local, se recomienda priorizar los indicadores 2.7, 2.10 y escoger entre el 2.8 o 2.9. Por su parte, el índice de calidad de hábitat es de muy fácil aplicación y toma en cuenta una variedad de factores que reflejan el estado de conservación de un ambiente lótico. En los ambientes lénticos se podrán implementar primeramente el indicador del estado trófico, el cual se podrá medir de manera fácil y económica por medio del índice trófico de Carlson. Finalmente, en ambientes lóticos hasta aproximadamente 1000m.s.n.m., se recomienda la implementación del indicador Condición de las comunidades ícticas, dado que este refleja una serie de amenazas importantes en estos ambientes como lo son la calidad del agua, el rompimiento del continuo del cauce, las sobreexplotación y la presencia de especies exóticas. Además su posición la cadena alimenticia acuática

proporciona una visión integradora del medio ambiente. Debido a la ausencia de peces en los ambientes acuáticos de altura, en caso necesario, este índice podrá ser sustituido en estos ambientes por el indicador condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Este indicador tiene la ventaja que los métodos de recolecta son más sencillos que para el caso de los peces, sin embargo, la identificación requiere un mayor grado de especialización.

Cuadro 7. Indicadores priorizados en el ámbito de aguas continentales a escala nacional y local

Escala nacional	Escala local
Indicador 2.1. Área y grado de fragmentación del bosque ribereño.	Indicador 2.7. Calidad del hábitat en ambientes lóticos.
Indicador 2.3. Estado de la conservación de cuerpos lénticos.	Indicador 2.10. Estado trófico en lagos y lagunas.
Indicador 2.5. Índice de Lista Roja para aves acuáticas.	Indicador 2.8. Condición de las comunidades ícticas. Indicador 2.9. Condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

Por su parte, en el ámbito marino-costero del total de indicadores que corresponden a la escala nacional, se priorizaron los tres que existen. No obstante, hay que tener presente la complementariedad que existe entre el indicador 3.1 y el 1.1 (áreas y grado de fragmentación) y de los indicadores 3.3. y el 1.3. (efectividad de manejo de las áreas protegidas del país). En cuanto a la escala local, se priorizaron aquellos indicadores que brindaran un panorama general sobre el estado de los Elementos Focales de Manejo propuestos y que además resultan relativamente sencillos de medir (3.5, 3.9 y 3.12).

Cuadro 8. Priorización de indicadores del ámbito marino costero a escala nacional y local

Escala Nacional	Escala Local
Indicador 3.1. Área y cobertura actuales dentro y fuera de las ASP marino-costeras o con componente marino-costero.	Indicador 3.5. Número de hembras anidadoras de tortugas marinas.
Indicador 3.2. Índice de lista roja de las aves marino costeras.	Indicador 3.9. Porcentaje de cobertura de coral.
Indicador 3.3. Efectividad de manejo de las Áreas Protegidas Marino-costeras.	Indicador 3.12. Densidad de peces en formaciones coralinas.

Adicionalmente, para la implementación de los indicadores a escala local y considerando principalmente criterios relacionados con la complementariedad en la interpretación y particularmente en los costos asociados al muestreo, se priorizaron nueve áreas silvestres protegidas para la respectiva recolección de información. El Cuadro 9 resume esta información.

Cuadro 9. Sitios de muestreo seleccionados para la implementación de los indicadores a nivel local en los tres ámbitos de alcance del PROMEC-CR.

Sitio de muestreo indicadores (escala local)	Ámbito		
	Terrestre	Marino-costero	Aguas continentales
Parque Nacional Santa Rosa	X	X	
Parque Nacional Cahuita		X	X
Parque Nacional Corcovado	X		X
Parque Nacional Tortuguero	X		X
Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa		X	
Parque Nacional Marino Ballena		X	
Humedal Terraba-Sierpe			X
Parque Nacional Palo Verde			X
Refugio de vida Silvestre Caño Negro			X

Mecanismo para la toma de decisiones a partir de un programa de monitoreo ecológico en el país

El PROMEC-CR constituye la plataforma de gestión de la información para la toma de decisiones en el manejo de la biodiversidad del país. En este sentido, el Programa se cristaliza con la emisión de información que proporcione a los tomadores de decisiones los insumos necesarios para el manejo de la biodiversidad en el país. En este sentido, El PROMEC-CR puede emitir informes nacionales sobre el estado de conservación de la biodiversidad (con sus respectivos ámbitos) cada cinco años.

Después de la emisión de informes técnico por cada ámbito, se debe pasar por un mecanismo de análisis y discusión participativa con diferentes plataformas de consulta y a diferentes escalas (local, regional y nacional), de esta manera la información emitida, además de la rigurosidad técnica, cumple con el respectivo proceso de consulta nacional, tal como se lo explica en la Figura 6.

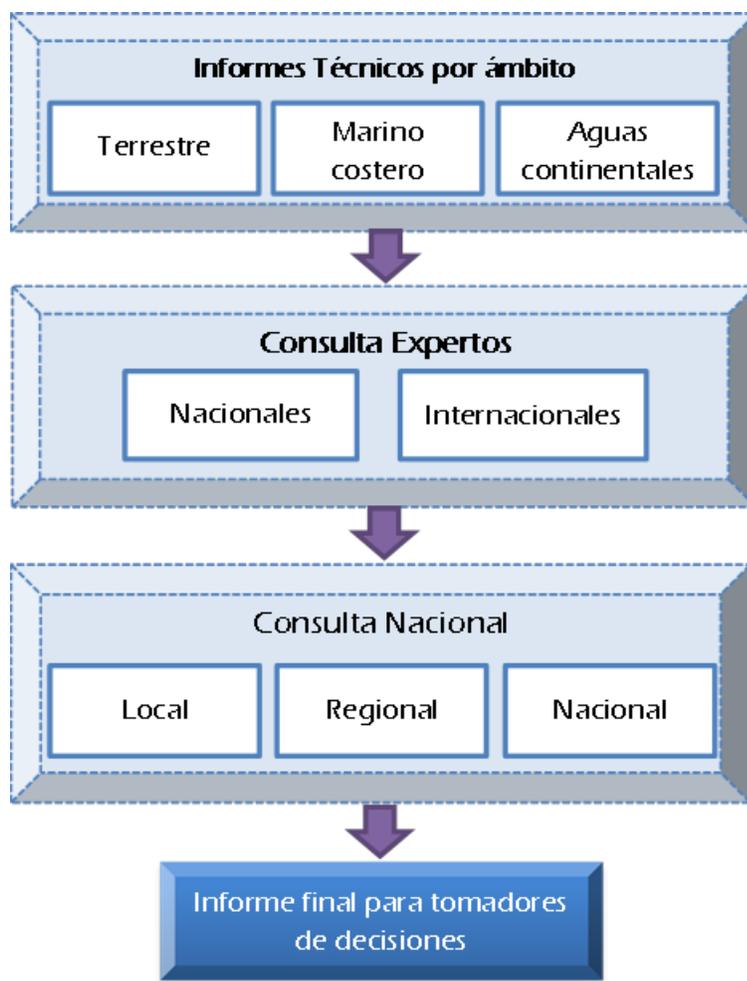


Figura 6. Dinámica operativa de emisión de informes del PROMEC-CR

- Alvarado, J.J., B. Herrera, L. Corrales, J. Asch y P. Paaby. 2011. Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (59): 829-842.
- Alvarado, J.J., J. Cortes & C. Fernández. 2009. Water quality conditions on coral reefs at the Marino Ballena National Park, Pacific Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 84: 137–152.
- Alvarado, J.J., J. Cortés, C. Fernández & J. Navia. 2005. Coral communities and coral reefs of Ballena Marine National Park, Pacific coast of Costa Rica. *Ciencias Marinas* 31: 641-651.
- Amat, J.A. y A.J. Green. 2010. Waterbirds as Bioindicators of environmental conditions. Chapter 5. Pp. 45-52. En: Hurford et al. (eds). *Conservation Monitoring in Freshwater Habitats: a practical guide and case studies*. Springer, New York.
- Arauz, R., S. Crossland, G. Miller & A. Myers. 2001. Sea turtle conservation and research using coastal community organizations as the cornerstone of support. *In* Report (July –December 2000) to PRETOMA, San José, Costa Rica. 17 p.
- ACRXS, SINAC. S.f. Elaboración de indicadores y protocolos locales terrestres para el monitoreo de la diversidad biológica para el PROMEC. 58 p.
- Balmford, A., Crane P., Dobson A., Green R.E., Mace G.M., 2007. The 2010 challenge: data availability, information needs and extraterrestrial insights. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 221-228.
- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder & J.B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, EEUU.
- Bohrmann, G., K. Heeschen, C. Jung, W. Weinrebe, B. Baranov, B. Cailleau, R. Heath, V. Huhnerbach, M. Hort, D. Masson & I. Trummer. 2002. Widespread fluid expulsion along the seafloor of the Costa Rica convergent margin. *Terra Nova* 14: 69-79.
- Breedy, O., J. J. Alvarado, C. Fernández y J. Cortés. 2009. Monitoreo de la biodiversidad marino costera en las áreas marinas protegidas de Costa Rica. Informe técnico. CIMAR/TNC. 90 p.
- Bruner, AG; Gullison, RA; Rice, RE; Fonseca, GAB Da. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291 (5): 125-128.
- Buckland, S.T., Magurran A.E., Green R.E., Fewster R.M., 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Phil. Trans. R. Soc. B* 36, 243-254.
- Bussing, W. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Segunda edición. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

- Calvo, A.J. 2009. Determinación de índices de fragmentación y modelamiento de la conectividad en los corredores biológicos de Costa Rica. Tesis para optar al grado de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 345 p.
- Campbell, C.L., C.J. Lageux & J.A. Mortimer. 1996. Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*, nesting at Tortuguero, Costa Rica, in 1995. *Chelonian Conservation and Biology* 2(2):169-172.
- Canet-Desanti, L. Finegan, B. Herrera, B. 2011. Metodología para la evaluación de la efectividad del manejo de corredores biológicos. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 32p.
- Canet-Desanti, L. y Herrera-F., B. 2013. Estado de Conservación de la Biodiversidad de Costa Rica. En preparación.
- Canet-Desanti L. 2009. Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos en Costa Rica (en línea). Disponible en:
http://www.sinac.go.cr/corredoresbiologicos/documentacion/diagnostico_cbcr.pdf
- Cárdenas G. & L.G. Obando. 2005. Índice de erosión-sedimentación costera (IE-SC): una aplicación en la costa del Pacífico central de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central* 32: 33-43.
- CARICOMP. 2001. CARICOMP Métodos Manual Level I and II. Manual of Methods for Mapping and Monitoring of Physical and Biological Parameters in the Coastal Zone of the Caribbean. CARICOMP Data Management Centre, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica.
- Caribbean Conservation Corporation. 2006. Tracking our path to the future. Annual Report. Mimeografiado. 24 p.
- CBD. 2004 Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD). Montreal, Canadá. 37 p.
- CEDARENA. 2013. Propuesta de indicadores para el programa de monitoreo ecológico en el ámbito de los ecosistemas de aguas continentales. Informe final de Consultoría. Asociación Costa Rica por Siempre. 191p.
- Céspedes, M., Finegan, B. y Herrera F., B. 2007. Propuesta de una red ecológica de conservación entre la Reserva de la Biósfera La Amistad y las áreas protegidas de la Península de Osa, Costa Rica. The Nature Conservancy, Programa de Costa Rica. Boletín Técnico No. 1.
- Chacón-Chaverri D. & C. Arancibia. 2007. Anidación de la Tortuga Baula, *Dermochelys coriacea*, en Playa Gandoca, Caribe Sur, Costa Rica. Programa de conservación de Tortugas Marinas del Caribe Sur, Talamanca, Costa Rica. Asociación Wildcast. Mimeografiado. 47p
- Chacón-Chaverri, D. & K.L. Eckert. 2007. Leatherback Sea Turtle Nesting at Gandoca Beach in Caribbean Costa Rica: Management Recommendations from Fifteen Years of Conservation. *Chelonian Conservation and Biology* 6(1):101-110.
- Chacón-Chaverri, D. 1999. Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en Playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). *Rev. Biol. Trop.* 47 (1-2): 225-236.
- Chacón-Chaverri, D., N. Valerín & M.V. Cajiao. 2000. Manual para mejores prácticas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Mimeografiado. 139 p.

- Chaves, A., G. Serrano, G. Marín, E. Arguedas, A. Jiménez & J.R. Spotila. 1996. Biology and conservation of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, at Playa Langosta, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 2(2): 184-189.
- Coates, A.G., J.B.C. Jackson, L.S. Collins, T.M. Cronin, H.J. Dowset, L.M. Bybell, P. Jung & J. Obando. 1992. Closure of the Isthmus of Panama: the near-shore marine records of Costa Rica and western Panama. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 104: 814-828.
- Cooper, T.F., J.P. Gilmour & K.E. Fabricius. 2009. Bioindicators of changes in water quality on coral reefs: review and recommendations for monitoring programmes. *Coral Reefs* 28: 589-606.
- Cortés, J. & I. S. Wehrtmann. 2009. Diversity of marine habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica. *In: I. S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol.* 86. Springer, Berlin.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 36: 339-356.
- Cortés, J. 1998. Cahuita and Laguna Gandoca, Costa Rica, p. 107-113. In B. Kjerfve (ed.). *CARICOMP: Caribbean Coral Reef, Seagrass and mangroves sites.* UNESCO, Paris.
- Cortés, J. 2007. Coastal morphology and coral reefs, p. 185-200. In J. Bundschuh & G.E. Alvarado (eds.). *Central America: Geology, Resources, and Hazards. Vol. 1.* Taylor & Francis, UK.
- Danielsen, F., Burgess N.D., Balmford A., 2005. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodivers. Conserv.* 14, 2507-2542.
- Denny, M.W. & s.d. Gaines. 2007. *Encyclopedia of Tidepools & Rocky Shores.* University of California Press, Berkeley. 705 p.
- Drake, D.L. 1996. Marine turtle nesting, nest predation, hatch frequency and nesting seasonality on the Osa Peninsula, Costa Rica. *Chelon. Conserv. Biol.* 2: 89-92.
- Eckert, K.L, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois & M. Donnelly. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas.* Consolidated Graphic Communications, Pennsylvania. 270p.
- Edgar, G. J., S. Banks, J. M. Fariña, M. Calvopiña, and C. Martínez. 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galápagos archipelago. *J. Biogeogr.* 31: 1107-1124.
- Finegan, B., Céspedes Agüero, M. y Sesnie, S.E. (SINAC). 2007. Programa de monitoreo ecológico de las Áreas Protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) Etapa I (2007-2011). Documento técnico de referencia. El monitoreo ecológico como componente integral del manejo de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos en los trópicos: conceptos y práctica. San José, Costa Rica. 62 pp.
- Finegan, B., Hayes, J.P, Delgado, D. and Gretzinger, S. 2004. *Ecological Monitoring in FSC-certified Forest Management Operations in High Conservation Value Forests: a Guide for Forest Managers and Certifiers in the Moist Tropics.* WWF Central America. Published in English and Spanish.
- Finegan, B; Céspedes, M; Sesnie, S. 2007. Programa de monitoreo ecológico de las Áreas Protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) Etapa I (2007-2011). Documento técnico de referencia. El monitoreo ecológico como componente integral del manejo de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos en los trópicos: conceptos y práctica. San José, Costa Rica. 62 pp.

- Finegan, B; Céspedes, M; Sesnie, S.E; Herrera, B; Induni, G; Sáenz, J; Ugalde, J; Wong, G. 2008. El monitoreo ecológico como herramienta de manejo para la conservación Bases conceptuales y estructura del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente No 54: 66-73.
- Fonseca E., A.C., E. Salas & J. Cortés. 2006. Monitoreo del arrecife coralino Meager Shoal, Parque Nacional Cahuita (sitio CARICOMP). Rev. Biol. Trop. 54: 755-763.
- Fonseca E., A.C., J. Cortés & P. Zamora. 2007b. Monitoreo del manglar de Gandoca, Costa Rica (Sitio CARICOMP). Rev. Biol. Trop. 55: 23-31.
- Fonseca E., A.C., V. Nielsen M. & J. Cortés. 2007a. Monitoreo de pastos marinos en Perezoso, sitio CARICOMP en Cahuita, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 55: 55-66.
- Fonseca, A.C. 2003. A rapid assessment at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999 (Part 1: stony corals and algae). *In*: J.C. Lang (Ed.). Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Atoll Res. Bull. 496: 248-257.
- Fonseca, E., A.C. & C. Gamboa. 2003. A rapid assessment at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999 (Part 2: reef fishes). *In*: J.C. Lang (Ed.). Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Atoll Res. Bull. 496: 258-267.
- Gaines, W.L., Harrod R.J., Lehmkuhl J.F., 1999. Monitoring biodiversity: quantification and interpretation. Gen. Tech. Rep. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwestern Research Station, Portland.
- Granados-Barba, A., V. Solís-Weiss & R. Bernal-Ramírez. 2002. Métodos de muestreo en la Investigación Oceanográfica. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México DF. 448 p.
- Granizo T; Molina M.E; Secaira, E; Herrera, B; Benítez S; Maldonado, O; Libby, M; Arroyo, P; Isola, S; Castro, M. 2006. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. TNC y USAID. Quito, Ecuador. 206 p.
- Gray, J.S. 1997. Marine biodiversity: patterns, trends and conservation needs. GESAMP reports and studies No. 62. 24 pp.
- Hancock, J. 2007. Proyecto de Monitoreo In-Water de tortugas marinas del Caribe Sur, Costa Rica. Programa de conservación de Tortugas Marinas del Caribe Sur, Talamanca, Costa Rica. Asociación Wildcast. Mimeografiado. 25p.
- Hartwell, H.W. y L.M. Ollivier. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: A case study from California's redwoods. Ecological Applications 8: 1118-1132
- Henry, P.Y., Lengyel S., Nowicki P., Julliard R., Clobert J., Čelik T., Gruber B., Schmeller D.S, Babij V., Henle K., 2008. Integrating ongoing biodiversity monitoring: potential benefits and methods. Biodivers. Conserv. 17, 3357-3382.
- Herrera, B. & D. Gordon. 2010. Forever Costa Rica Measures Workshop. March 16-18, 2010, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Technical Report. TNC. 35 p.

- Herrera, B; Corrales, L. 2004. Midiendo el éxito de las acciones en las áreas protegidas de Centroamérica: evaluación y monitoreo de la integridad ecológica. PROARCA/APM, Guatemala de la Asunción, Guatemala. 44 p.
- Herrera, B; Finegan, B. 2008. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: Experiencias recientes y desafíos en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente No 54: 04-13.
- Jiménez-Pérez, I. 2005. Actualización del estado de conservación del manatí en el noreste de Costa Rica: distribución, abundancia, amenazas y acciones de conservación (1996-2005). Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica/Centro Internacional de Estrategias Ambientales, Heredia. 17 p.
- Kiersch, B., R. Mühleck & G. Gunkel. 2003. Las macrófitas de algunos lagos alto-andinos del Ecuador y su bajo potencial como bioindicadores de eutrofización. *Rev. Biol. Trop.* 52: 829-837.
- Kjerfve, B., J.C. Ogden, J. Garzón-Ferreira, E. Jordán-Dahlgren, D. De Meyer, P. Penchaszadeh, W.J. Wiebe, J.D. Woodley & J.C. Ziemann. 1998. CARICOMP: a Caribbean network of marine laboratories, Parks, and reserves for coastal monitoring and scientific collaboration, p. 1-16. In B. Kjerfve (ed.). CARICOMP: Caribbean Coral Reef, Seagrass and mangroves sites. UNESCO, Paris.
- Kremen, C., Merenlender A.D., Murphy D.D., 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conserv. Biol.* 8, 388-397.
- Lalli, C.W. & T.R. Parsons. 1997. *Biological Oceanography: An Introduction*. Butterworth & Heinemann, Oxford. 314 p.
- Lengyel, S., Kobler A., Kutnar L., Framstad E., Henry P.Y., Babij V., Gruber B., Schmeller D., Henle K., 2008. A review and a framework for the integration of biodiversity monitoring at the habitat level. *Biodivers. Conserv.* 17, 3341-3356.
- Loh, J., Green R.E., Ricketts T., Lamoreux J., Jenkins M., Kapos V., Randers J., 2005. The living planet index: using species to track trends in biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 289-295.
- Malhi, Y. 2012. The productivity, metabolism and carbon cycle of tropical forest vegetation. *Journal of Ecology* 100:65-75.
- Mann, K.H. & J.R.N. Lazier. 1996. *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans*. Blackwell Science, Oxford. 394.
- Mann, K.H. 2000. *Ecology of Coastal Waters: With Implications for Management*. Blackwell Science, Oxford. 406 p.
- May-Collado, L., T. Gerrodette, J. Calambokidis, K. Rasmussen & I. Sereg. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263.
- McLachlan, A. & A.C. Brown. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press, San Diego, California. 392 p.
- Mena, Y. y G. Artavia. 2004. *Hacia la administración eficiente de las áreas protegidas: Políticas e indicadores para su monitoreo*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio del Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 57 pp.

- Miller, K; Chang, E; Johnson, N. 2001. En Busca de un Enfoque Común para el Corredor Biológico Mesoamericano. EE.UU. Word Resources Institute. 49 p.
- MINAE-S. 2007. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Aguas Superficiales. Decreto Ejecutivo N° 33903. La Gaceta. N°178.
- Montoya F. & C. Drews 2006. Livelihoods, Community Well-Being, and Species Conservation. A Guide for Understanding, Evaluating and Improving the Links in the Context of Marine Turtle Programs. WWF - Marine and Species Program for Latin America and the Caribbean, San Jose, Costa Rica.
- Mora P., A. 2006. Áreas marinas protegidas y áreas marinas de uso múltiple: Notas para una discusión/ Anayansi Mora Palma, Ana Gloria Guzmán Mora, Cindy Fernández García. 1 ed. San José, C.R. Fundación Marviva, 112p.
- Morán, M; Campos, J; Louman, B. 2005. Uso de Principios, Criterios e Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efecto de políticas en el manejo de los recursos naturales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 70 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 347).
- Munné, A., N. Prat, C. Solá, N. Bonada & M. Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 147–163.
- Nichols, J.D., Williams B.K., 2006. Monitoring for conservation. *Trends Ecol. Evol.* 21, 668-673.
- Nielsen-Muñoz, V. & M.A. Quesada-Alpizar (eds.). 2006. Ambientes Marino Costeros de Costa Rica- Informe Técnico. Comisión Interdisciplinaria marino costera de la zona económica exclusiva de Costa Rica, San José, Costa Rica. 219 p.
- Noss, R. 1991. Landscape Connectivity: different functions at different scale. In Hundson, W. (ed). *Landscape Linkages and Biodiversity*. USA. Defender of Wildlife. 196 p.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Nuñez, M. 2007. Análisis de capacidades del SINAC para la implementación de la propuesta de monitoreo ecológico en áreas protegidas y corredores biológicos (PROMEC-CR). Informe Final. 88 p.
- Obando-Acuña. V. 2002. Biodiversidad en Costa Rica: estado del conocimiento y gestión. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 250 p.
- Pardo, I., M. Álvarez, J. Casas [et al.]. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21: 115-133.
- Parrish, JD; Braun, DP; Unnasch, RS. 2003. Are we conserving what we say we are?: Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience* 53(9):851-860.
- Pauly, D., Watson R., 2005. Background and interpretation of the “marine trophic index” as a measure of biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 415-423.
- Pereira, H.M., Cooper H.D., 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends Ecol Evol* 21, 123-129.
- Phillips R.C. & E.G. Meñez. 1998. Seagrasses. *Smithsonian Contribution to Marine Sciences* 34: 1-104.

- Poiani, KA; Richter, BD; Anderson, MG; Ritchter, HE. 2000. Biodiversity conservation at multiple spatial scales: functional sites, landscapes and networks. *Bioscience* 50 (2):133-146.
- Prabhu, R; Colfer, CJP; Dudley, RG. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. *Criteria and Indicators Toolbox Series no.1*. Bogor, ID, CIFOR.
- Quesada-Alpizar, M.A. & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54 (Suppl. 1): 101-145.
- Raven, P.J., N.T.H. Holmes, P.J.A. Fox, F.H. Dawson, M. Everard, I.R. Fozzard & K.J. Rouen. 1998. River habitat quality: The physical character of rivers and streams in the UK and the Isle of Man. Environment Agency, Bristol, Reino Unido.
- Reina, R.D., P.A. Mayor, J. R. Spotila, R. Piedra & F.V. Paladino. 2002. Nesting ecology of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: 1988–1989 to 1999–2000. *Copeia* 2002: 653-664.
- Rogers, C.S., G. Garrison, R. Grober, Z.M. Hillis & M.A. Franke. 1994. Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico occidental. T.N.C. y W.W.F., Islas Vírgenes, U.S.A. 114 p.
- Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín, Universidad de Antioquia, Colombia. 529p.
- Salwasser H. & E. Fritzell. 2002. Building a biodiversity assessment for Oregon—Progress report of the Biodiversity Assessment Working Group. Corvallis: Institute for Natural Resources, Oregon State University. 30 p.
- Sánchez – Azofeifa A, Daily G, Pfaff A, Busch C. 2002. Integrity and Isolation of Costa Rica's National Parks and Biological Reserves: examining the dynamics of land-cover change. *Biological Conservation*. 109(2003): 123-135.
- Sánchez, F.A. 2006. Programa de conservación, investigación y educación de tortugas marinas en la Península de Osa, Playa Carate, Río Oro, Pejeperro y Piro. Reporte técnico temporada 2006. Fundación Corcovado. Mimeografiado. 71 p.
- Sánchez, M; Hernández, G; Acosta, L.G; González, A. 2009. Indicador 2.4. Estructura, composición y tasa de recambio de los principales tipos de bosque. PROMEC-CR (Informe técnico). INISEFOR-UNA, Escuela de Ingeniería Forestal-ITCR, Escuela de Estadística-UCR. Heredia, Costa Rica. 41 p.
- Santidrián Tomillo, P., E. Vélez, R.D. Reina, R. Piedra, F.V. Paladino & J.R. Spotila. 2007. Reassessment of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) Nesting Population at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: Effects of Conservation Efforts. *Chelonian Conservation and Biology* 1: 54-62.
- Sarmiento, Fausto. 2000. Diccionario de ecología. Quito, EC. 514 p.
- Savage, J. 1995. Systematics and the biodiversity crisis. *BioScience* 45 (10): 673-679.
- Schmeller, D.S. 2008. European species and habitat monitoring: where are we now?. *Biodiversity Conservation*. 17: 3321-3326.
- Scholes, R.J., Biggs R., 2005. A biodiversity intactness index. *Nature* 434, 45-49.

- Sesnie, S.E., B. Finegan, P.E. Gessler, S. Thessler, Z. Ramos Bendaña, and A.M.S. Smith. 2010. The multispectral separability of Costa Rican rain forest types with support vector machines and Random Forest decision trees. *International Journal of Remote Sensing* 31: 11, 2885-2909.
- Sesnie, S.E., Gessler, P., Finegan, B. and Thessler, S. 2008. Integrating Landsat TM and SRTM-DEM derived variables with decision trees for habitat classification and change detection in complex neotropical environments. *Remote Sensing of Environment* 112, 2145-2159.
- Short, F.T & R.G. Coles. 2001. *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science BV, Amsterdam. 473p.
- Short, F.T., L.J. McKenzie, R.G.Coles, K.P. Vidler, J.L. Gaeckle. 2008. *SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat*, Spanish edition. University of New Hampshire Publication. 75 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. *Indicadores para el Monitoreo Ecológico Marino: Protocolos para PROMEC Marino (Propuesta Borrador)*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica. SINAC-PNUD-GEF. San José, Costa Rica. 28p
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2007. *Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR): Manual de Indicadores y Protocolos*. San José, Costa Rica, 28 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2007a. *GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica: Vol 1. Análisis de Vacíos en representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). San José, CR. 100 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2007b. *Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) Etapa I (2007-2001): Resumen Ejecutivo*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). San José, CR. 22p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2007c. *Programa de monitoreo ecológico de las Áreas Protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR). Etapa I (2007-2011): Manual de objetivos, indicadores y protocolos*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). San José, Costa Rica. 28 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2009. *Plan Estratégico del Programa Nacional de Corredores Biológicos 2009 – 2014*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José Costa Rica. 40 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. Borrador de decreto “Reglamento de creación y funcionamiento del PROMEC-CR”. 7 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. *Propuesta preliminar de ajuste y reorganización operativa para el PROMEC, SINAC*. 19 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). 2007. *Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) Etapa I (1007-2010): Resumen Ejecutivo*. San José, CR. 22 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). 2008. *GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la*

biodiversidad de Costa Rica. Volumen 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera. San José, CR. 60 pp.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. Borrador de decreto “Reglamento de creación y funcionamiento del PROMEC-CR”

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. Propuesta preliminar de ajuste y reorganización operativa para el PROMEC, SINAC.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. Indicadores para el Monitoreo Ecológico Marino: Protocolos para PROMEC Marino (Propuesta Borrador). Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica. SINAC-PNUD-GEF. San José, Costa Rica. 28pSpotila, J.R., R.D Reina, A.C. Steyermark, P.T. Plotkin & F.V. Paladino. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 405: 529-530.

Steyermark, A. C., K. Williams, J. R. Spotila, F. Paladino, D. C. Rostal, S. J. Morreale, M. T. Kobert & R. Arauz. 1996. Nesting leatherback turtles at Las Baulas National Park, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 2: 173-183.

Teder, T., Mora M., Roosaluuste E., Zobel K., Pärtel M., Kõljalg U., Zobel M., 2007. Monitoring of biological diversity: a common-ground approach. *Conser. Biol.* 21, 313-317.

Van Dyke, F., 2008. *Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications*. Springer, New York.

Velarde, D. 2004. *Monitoreo de Biodiversidad*. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú. 37 p.

Vélez R.E., P. Dutton, E. Possardt, & C. Padilla. 2007. Nesting of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) from 1999–2000 Through 2003–2004 at Playa Langosta, Parque Nacional Marino Las Baulas de Guanacaste, Costa Rica *Chelonian Conservation and Biology* 6(1): 111-116.

Wehrtmann, I.S. & J. Cortés (Editores). 2009. *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monographiae Biologicae, Volumen 86. Springer + Business Media B.V., Berlin. Texto 538 p., Species list in Compact Disk 500 p.

Wilson, E.O., 1992. *The Diversity of Life*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Yoccoz, N.G., Nichols J.D., Boulinier T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends Ecol. Evol.* 16, 446-453.

Zamora, N. 2008. Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 54:14-20.

Documentos no publicados

Asociación Costa Rica por Siempre. 2014. Matriz para el control trimestral del avance en el cumplimiento de metas del programa Costa Rica por Siempre.

Anexo 1. Plan de implementación del PROMEC-CR

El plan de implementación proporciona la información necesaria para el desarrollo de las acciones, metas, indicadores, costos y tiempo requerido para el éxito del PROMEC-CR. Además, presenta una caracterización de los socios estratégicos de diferentes sectores y en especial del sector privado que se suman a su desarrollo.

Esta información facilitará a los implementadores a gestionar los recursos financieros, humanos y de equipos para la ejecución de las acciones, además de garantizar a los donantes confianza en su inversión.

Tal como se mencionó en acápites anteriores, el objetivo general del PROMEC-CR es contribuir de manera decisiva a la conservación de la biodiversidad del país, a través de la generación y aplicación a la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional, de información científica confiable sobre el estado de conservación de esa biodiversidad y sus tendencias. Para el cumplimiento de este objetivo se proponen una serie de procedimientos que sumados todos, ponen en marcha el Programa. La implementación del PROMEC-CR está propuesta para un primer corte de 5 años, tiempo en el cual se podrá evaluar y adaptar a partir de lecciones aprendidas.

Marco lógico plan de implementación del PROMEC-CR en su segunda fase

(Proyección a 5 años)

MARCO LOGICO PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROMEC-CR EN SU SEGUNDA FASE (proyección a 5 años)				
META	INDICADORES	FUENTES Y MEDIOS DE VERIFICACIÓN		SUPUESTOS
Contribuir de manera decisiva a la conservación de la biodiversidad del país, a través de la generación de información científica confiable sobre el estado de conservación de esa biodiversidad, sus tendencias y su aplicación a la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional.	PROMEC-CR es establecido bajo criterios científicos y políticos y es incorporado como instrumento de toma de decisiones en el Estado Costarricense y en su cultura institucional.	Se alcanzan los diferentes objetivos e indicadores del PROMEC-CR		Las políticas nacionales e internacionales instan a los países hacia la ejecución de medidas que promuevan la conservación de la biodiversidad, por ello Costa Rica asume un compromiso político, social y financiero para el desarrollo del PROMEC-CR
COMPONENTE 1. Marco Jurídico				
OBJETIVO. 1.1. Procurar su plena integración a la cultura institucional del Estado costarricense.	1.1.1. Implementado un Plan Maestro para el PROMEC-CR	El Plan Maestro es implementado de manera efectiva		Costa Rica oficializa las políticas de país a través de su Poder Ejecutivo
	1.1.2. Garantizando el respaldo jurídico del PROMEC-CR	Reglamentado el PROMEC-CR por el Estado costarricense		
Producto 1. OB. 1.1. Aprobado Plan Maestro del PROMEC-CR	Documento de aprobación del Plan Maestro del PROMEC-CR	Firma de oficialización del Plan Maestro por las instancias respectivas		
Producto 2. OB. 1.1. Emisión del Decreto Ejecutivo aprobado	Documento oficializado por el Ministro del Ambiente del país	Firma de aprobación del documento por el Ministro de Ambiente y Energía		
ACTIVIDADES	INSUMOS	COSTOS UNICOS* (\$)	CONTRAPARTIDA SINAC	RESPONSABLE
- Integrar los diferentes ámbitos del PROMEC-CR en un Plan Maestro	- Consultor	0**		CATIE (abril 2014)
	- Equipo institucional del SINAC			
	- Consulta expertos			
	- Publicación documento			
- Rediseñar y socializar el borrador de Decreto Ejecutivo ante los diferentes órganos de toma de decisiones del país que viabilice su aprobación por el Ministerio	- Talleres de retroalimentación con socios		Tiempo funcionarios SINAC	SINAC (junio 2014)
	- Foros de socialización con tomadores de decisiones			

	- Personal jurídico del gobierno central			
	- Ministro			
Total componente 1		0.00		
COMPONENTE 2. Marco Institucional				
OBJETIVO. 2.1. Se dispone de la capacidad científica, técnica e institucional para la ejecución del PROMEC-CR en el país como herramienta de manejo para la conservación de la biodiversidad en sus tres ámbitos: terrestre, marino-costero y de aguas continentales	2.1.1. Identificadas las lecciones aprendidas del PROMEC-CR en su primera fase	Documento de sistematización de la primera fase del PROMEC-CR circulado y socializado	Las instituciones del país cuya misión se basa en el manejo y uso de la biodiversidad procuran desde sus políticas internas en aunar esfuerzos para el desarrollo exitoso de la conservación en el país de una manera voluntaria y participativa	
	2.1.2. Ejecutado efectivamente el Plan de fortalecimiento institucional del PROMEC-CR	Plan de fortalecimiento institucional implementado		
	2.1.3. Constituidos exitosamente la nueva estructura institucional en sus componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional del PROMEC-CR	Se logra el reconocimiento legal de la constitución de los diferentes componentes de la nueva estructura del PROMEC-CR a través de documentación formal por parte del Estado		
	2.1.4. Implementados eficientemente los instrumentos de incidencia y comunicación en el país	El país conoce sobre los avances del PROMEC-CR y su información es circulada en todo el país		
Producto 1. OB.2.1. Síntesis del proceso realizado en la fase I del PROMEC-CR	Sistematizada la primera fase del PROMEC-CR	Un documento de sistematización con las lecciones aprendidas de la primera fase del PROMEC-CR		
Producto 2. OB.2.1. Conjunto de instrumentos institucionales y organizativos que promueven el desarrollo del PROMEC-CR en sus siguientes fases	Se ha implementado exitosamente el Plan de Fortalecimiento Institucional del PROMEC-CR	- Organigrama institucional - Manuales de procedimientos de los diferentes componentes (interno, externo, foro técnico nacional) que integran la estructura del PROMEC-CR - Documento Plan de Fortalecimiento Institucional	La institucionalidad del PROMEC-CR es efectiva y operativa a nivel de Estado y sociedad civil a nivel técnico, científico e institucional	
	La nueva estructura institucional opera exitosamente en sus tres componentes: interno, externo y foro técnico de carácter nacional	Evaluación de la efectividad de gestión de la estructura institucional del PROMEC-CR	El gobierno actual es anuente a las nuevas propuestas que fortalezcan la conservación de la biodiversidad en el país	
	Elaboradas las guías de procedimiento y operación para los componentes (interno, externo y foro técnico de alcance nacional) del PROMEC-CR	Documentos diseñados, aprobados y publicados	La capacidad institucional del Programa para coordinar acciones y cumplirlas, es eficiente en la medida en que se implemente la reglamentación interna	
	Se ha implementado un sistema de seguimiento y evaluación del proceso de fortalecimiento institucional	Plan de seguimiento y evaluación implementado	Todos los procesos desarrollados en el PROMEC-CR se establecen bajo el marco de la evaluación y mejora permanente	
Producto 3. OB.2.1 Directrices normativas y estrategias de funcionamiento de los		Resolución de oficialización del programa en la Secretaría Ejecutiva		

ACTIVIDADES	INSUMOS	COSTOS UNICOS* (\$)	CONTRAPARTIDA SINAC	RESPONSABLE
diferentes componentes (interno, externo y foro técnico de alcance nacional) del PROMEC-CR	El SINAC cuenta con un Programa de Monitoreo Ecológico institucionalizado dentro de su estructura operativa			El PROMEC-CR a nivel nacional es coordinado exitosamente por un funcionario dedicado tiempo completo a su gestión
- Sistematizar la experiencia y extraer las lecciones aprendidas de la primera fase del PROMEC-CR	- Consultor - Entrevistas integrantes equipo inicial PROMEC - Publicación	0+		CATIE (2013)
- Diseñar y desarrollar el plan de fortalecimiento institucional del PROMEC-CR	- Consultor o equipo de trabajo SINAC - Equipo institucional del SINAC - Talleres - Publicación	2000.00 0.00 2000.00 1000.00	Tiempo funcionarios SINAC	
- Promover la institucionalización del PROMEC-CR al interior del SINAC, con la creación del Programa Nacional de Monitoreo Ecológico	- Funcionarios de la Secretaria Ejecutiva del SINAC - Talleres de socialización regional (giras)		Tiempo funcionarios SINAC	
- Formalizar convenios específicos con los socios del Programa en donde se incluyen acuerdos de constitución y financiamiento, programas de trabajo y otros	- Equipo institucional del SINAC - Socios potenciales - Propuesta técnica y operativa de participación de socios - Reunión con socios potenciales - Propuesta técnica y operativa de participación de socios (Impresión documentos)	0.00 500.00 250.00	Tiempo funcionarios SINAC Tiempo funcionarios SINAC	
- Elaborar la hoja de ruta del Programa	- Consultor - Coordinador del programa de la Secretaria Ejecutiva del SINAC	0+		CATIE (2013)
- Diseñar el organigrama institucional del PROMEC-CR	- Consultor - Coordinador del programa de la Secretaria Ejecutiva del SINAC	0+		
- Elaborar los manuales de procedimiento y operación para los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional del PROMEC-CR	- Consultor o equipo de trabajo SINAC - Coordinador del programa de la Secretaria Ejecutiva del SINAC - Equipo de socios de cada componente (reuniones de trabajo) - Publicación documentos (20 ejemplares)	3000.00 2000.00 1000.00	Tiempo funcionarios SINAC	
- Elaborar los planes de trabajo de los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional	- Coordinador del programa de la Secretaria Ejecutiva del SINAC - Equipo de socios de cada componente - Equipo de socios de cada componente (reuniones de trabajo) - Documentos impresos	2000.00 250.00	Tiempo funcionarios SINAC	
- Diseñar e implementar un programa de seguimiento y evaluación del PROMEC-CR	- Consultor o equipo trabajo SINAC - Coordinador del programa de la Secretaria Ejecutiva del SINAC	4000.00 0.00	Tiempo funcionarios SINAC	

	- Equipo de socios de cada componente (reuniones de trabajo)	2000.00		
	- Talleres (al menos tres)	2500.00		
	- Documentos impresos	250.00		
- Definir un acuerdo formalizado ante el CONAC para la constitución de los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional	- Coordinador del programa de la Secretaría Ejecutiva del SINAC	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Equipo institucional del SINAC			
	- Directivos SINAC			
<i>Subtotal OB 2.1</i>		23750.00		
OBJETIVO 2.2. Propiciar el desarrollo de un marco institucional adecuado para llevar a la práctica todas sus acciones.	2.2.1. La generación y análisis de la información sobre biodiversidad en los tres ámbitos a diferentes escalas (nacional y local) del Programa de monitoreo es clara y estandarizada para el país	Un sistema de análisis de la información a nivel local con alcance nacional que facilita la información de manera inmediata y en tiempo real	Todas las instituciones del país cuya misión se basa en el manejo y uso de la biodiversidad se incluyen en el sistema de análisis de la información y adoptan en sus agendas institucionales la guía nacional	
	2.2.2. Establecido un mecanismo de coordinación del manejo de la información sobre biodiversidad en los tres ámbitos	Un mecanismo de coordinación formalizado e implementado exitosamente a nivel nacional		
Producto 1. OB. 2.2. Directriz nacional para el manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas en Costa Rica	Se tiene a disposición del público una Guía nacional para el manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas en el país	Documento de guía nacional diseñado y publicado a nivel nacional	la guía es adoptada e implementada por todas las instituciones cuya misión es la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas del país	
Producto 2. OB. 2.2. Unidad de manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas institucionalizada, al servicio del PROMEC-CR	Se ha logrado constituir satisfactoriamente la Unidad de Manejo de la Información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas del país	-Oficialización de la Unidad de Manejo de la Información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas	El gobierno y la cooperación internacional apoyan en la consecución de instrumentos y herramientas que faciliten la medición de la efectividad de la conservación en el país	
		- Evidencia científica disponible para usuarios		
		- Base de datos de la Unidad		
ACTIVIDADES	INSUMOS	COSTOS UNICOS* (\$)	CONTRAPARTIDA SINAC	RESPONSABLE
- Conformar una unidad de manejo a nivel nacional que coordine la gestión de la información sobre biodiversidad, el uso de la tierra y los diferentes ecosistemas	- Consultor o equipo trabajo SINAC	30000.00		
	- Coordinador del programa de la Secretaría Ejecutiva del SINAC	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Equipos	20000.00		
	- Coordinadores de los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional (reuniones de trabajo)	2000.00		
	- Información digital aérea y cartográfica	15000.00		
	- Impresión documentos	1000.00		
- Diseñar un conjunto de instrumentos internos que generen y analicen la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas	- Consultor**	5000.00		
	- Coordinador del programa de la Secretaría Ejecutiva del SINAC	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Equipo institucional del SINAC	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	

	- Coordinadores de los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional (reuniones de trabajo)	2000.00		
	- Capacitaciones a funcionarios del SINAC (3 talleres nacionales y 11 regionales)	20000.00		
	- Publicación de documentos	1000.00		
<i>Subtotal OB 2.2.</i>		96000.00		
OBJETIVO 2.3. Promover la utilización de la información que se genere, con un enfoque de manejo adaptativo en los procesos de toma de decisiones sobre las áreas protegidas y el resto del territorio nacional.	2.3.1. Se logra incidir eficientemente en el manejo de la biodiversidad en los tres ámbitos del país	el manejo de la biodiversidad en los tres ámbitos se fundamentan en el PROMEC-CR	Las diferentes estructuras del Estado requieren de información verás para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales del país	
Producto 1 OB. 2.3. Mecanismo de incidencia del PROMEC-CR hacia otros actores institucionales del país	La estrategia de incidencia y comunicación es implementada en el país	Documento plan de incidencia y comunicación del PROMEC-CR hacia otros actores institucionales del país	El PROMEC-CR se constituye en el instrumento que facilita la toma de decisiones de diversos actores institucionales del país	
ACTIVIDADES	INSUMOS	COSTOS UNICOS *-* (\$)	CONTRAPARTIDA SINAC	RESPONSABLE
- Diseñar e implementar una estrategia de incidencia y comunicación del PROMEC-CR	- Consultor	2000.00		
	- Coordinador de programa de la Secretaria Ejecutiva del SINAC	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Equipo interno del PROMEC-CR (reuniones de trabajo)	2000.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Diseño de la estrategia e incidencia	1000.00		
	- Impresión de documentos			
	- Talleres (3) de divulgación	2000.00		
Subtotal		7000.00		
Total componente 2		126750.00		
COMPONENTE 3. Marco operativo técnico – científico				
OBJETIVO 3.1. Conocer y evaluar el estado de conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias en los tres ámbitos (terrestre, marino-costero y de aguas continentales)	3.1.1. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito terrestre	Un informe del estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito terrestre	-Es un compromiso de país el contar con información adecuadamente sobre el estado de conservación de la biodiversidad de los diferentes ecosistemas - La veracidad de la información es una constante en la toma de decisiones por diferentes sectores del país	
	3.1.2. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito de aguas continentales	Un informe del estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito marino-costero		
	3.1.3. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito marino-costero	Un informe del estado de conservación de la biodiversidad el ámbito de aguas continentales		
	3.1.4. El país cuenta con información pública disponible sobre el estado de la biodiversidad en sus tres ámbitos y sus tendencias con base en indicadores implementados	Un informe de Estado de conservación de la biodiversidad a nivel de país		

Producto 1 OB. 3.1. Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito terrestre	Valorada la situación actual de los diferentes indicadores del ámbito terrestre del PROMEC-CR	Informe de estado actual y sus tendencias en los tres ámbitos: terrestre, aguas continentales y marino-costero	El país cuenta con instituciones de alta experiencia, dedicadas al monitoreo de especies y ecosistemas en todo el territorio nacional, incluyendo el terrestre, marino y costero y de aguas continentales	
Producto 2 OB. 3.1. Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito de aguas continentales	Valorada la situación actual de los diferentes indicadores del ámbito aguas continentales del PROMEC-CR			
Producto 3 OB. 3.1. Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito marino-costero	Valorada la situación actual de los diferentes indicadores del ámbito de marino-costero del PROMEC-CR			
Producto 4 OB. 3.1. Definición del estado de conservación de la biodiversidad y sus tendencias a partir de la información obtenida de los indicadores en los tres ámbitos	Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad a partir de los resultados de los indicadores en los tres ámbitos de análisis			
ACTIVIDADES	INSUMOS	COSTOS POR PERIODO DE EVALUACIÓN (\$) (5 AÑOS)***	CONTRAPARTIDA SINAC	RESPONSABLE
ÁMBITO TERRESTRE				
Indicadores validados (Escala nacional)				
<i>Indicador 1.1. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas, según las metas nacionales de conservación establecidas por GRUAS II</i>	- Levantamiento técnico del indicador (evaluación) *	10000.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Informe			
	- Mapas digitales			
	- Equipo coordinador SINAC			
<i>Indicador 1.2. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal de los principales corredores biológicos</i>	- Levantamiento técnico del indicador (evaluación) *	10000.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Informe			
	- Mapas digitales			
	- Equipo coordinador SINAC			
<i>Indicador 1.3. Efectividad de manejo de las áreas protegidas estatales</i>	- Levantamiento técnico del indicador (evaluación)	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Talleres regionales (37) / 4 años (V.Unit. \$300)	44400.00		
	- Informe	2000.00		
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
<i>Indicador 1.4. Avance de la gestión de los principales corredores biológicos</i>	- Levantamiento técnico del indicador (evaluación)	0.00	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Talleres corredores (32) (V.Unit. \$300) *	19200.00		
	- Informe	2000.00		
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	

Indicadores por desarrollar (Escala nacional)				
<i>Indicador 1.5. Índice de lista Roja para aves residentes</i>	- Levantamiento técnico del indicador **	5000.00		
	- Informe			
	- Mapas digitales			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
<i>Indicador 1.6. Grado de conectividad estructural de los principales corredores biológicos</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	5000.00		
	- Informe			
	- Mapas digitales			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
<i>Indicador 1.7. Estructura, composición y tasa de recambio de los principales tipos de bosque</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	15000.00		
	- Informe			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
<i>Indicador 1.8. Área de hábitat apropiado para grupo de especies-paisaje</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	5000.00		
	- Informe			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
<i>Indicador 1.9. Amenazas graves para la biodiversidad</i>	- Levantamiento técnico del indicador **	5000.00		
	- Informe			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
Indicadores por implementar (Escala local)				
<i>Indicador 1.10. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica representada dentro de cada áreas protegidas</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.1.)	0.00		
	- Informe			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
<i>Indicador 1.11. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal en cada corredor biológico del país</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.1.)	0.00		
	- Informe			
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
Informe ámbito terrestre				
<i>Consulta y emisión de informe del ámbito terrestre</i>	- Consulta expertos (3 talleres)	5000.00		
	- Equipo coordinador SINAC	0	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Integración de informe síntesis	2000.00		
	- Revisores independientes (2) externos	5000.00		
	- Informe final para tomadores de decisión	1000.00		
	- Publicación informe	3000.00		
Subtotal ámbito terrestre		128600.00		

ÁMBITO DE AGUAS CONTINENTALES				
Indicadores por implementar (Escala nacional)				
<i>Indicador 2.1. Área y grado de fragmentación del bosque ribereño</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.1.)	0.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.2. Grado del rompimiento del Continuum del cauce natural en las cuencas hidrográficas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	7800.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.3. Estado de la conservación de cuerpos lénticos</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	7800.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.4. Índice de lista roja para anfibios</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	5000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.5. Índice de lista roja para aves acuáticas</i>	- Levantamiento técnico del indicador **	5000.00		
	- Informe			
Indicadores por implementar (Escala local)				
<i>Indicador 2.6. Calidad de agua en ambientes lóticos</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	52000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.7. Calidad del hábitat en ambientes lóticos</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	22000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.8. Condición de las comunidades ícticas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	22000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.9. Condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	32000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.10. Estado trófico</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	22000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.11. Condición de las comunidades de macrofitas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	17000.00		
	- Informe			
<i>Indicador 2.12. Condición de las comunidades de aves acuáticas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *	32000.00		
	- Informe			
Informe ámbito de aguas continentales				
<i>Consulta y emisión de informe del ámbito de aguas continentales</i>	- Consulta expertos (3 talleres)	5000.00		
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
	- Integración de informe síntesis	2000.00		
	- Revisores independientes (2) externos	5000.00		
	- Informe final para tomadores de decisión	1000.00		
	- Publicación informe	3000.00		
<i>Subtotal ámbito de aguas continentales</i>		240600.00		

ÁMBITO MARINO – COSTERO					
Indicadores por implementar (Escala nacional)					
<i>Indicador 3.1. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa dentro de las Áreas Silvestres Protegidas con componente marino</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.1.)	0.00			
	- Informe				
<i>Indicador 3.2. Índice de lista roja de las aves marino costeras.</i>	- Levantamiento técnico del indicador **	5000.00			
	- Informe				
<i>Indicador 3.3. Efectividad de manejo de las Áreas Protegidas Marino-costeras</i>	- Levantamiento técnico del indicador (se incluye en costos de indicador 1.3.)	0.00	Tiempo funcionarios SINAC		
	- Informe				
Indicadores por implementar (Escala local)					
<i>Indicador 3.4. Área física disponible como sitio de anidamiento para tortugas marinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.1.)	50000.00			
	- Informe				
<i>Indicador 3.5. Número de hembras anidadoras de tortugas marinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.6. Número de nidos de tortugas marinas por temporada y por especie</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.7. Porcentaje de eclosión de nidadas de tortugas marinas en playa</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.8. Temperatura de incubación para el anidamiento de tortugas marinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.9. Porcentaje de cobertura de coral</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.3.)		30000.00		
	- Informe				
<i>Indicador 3.10. Cobertura de Macroalgas en formaciones coralinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador * (se incluye en costos de indicador 1.3.)				
	- Informe				
<i>Indicador 3.11. Presencia del erizo Diadema en formaciones coralinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.12. Densidad de peces en formaciones coralinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.13. Densidad de macroinvertebrados móviles en formaciones coralinas</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				
	- Informe				
<i>Indicador 3.14. Complejidad Arrecifal</i>	- Levantamiento técnico del indicador *				

	- Informe			
Informe ámbito marino-costero				
Consulta y emisión de informe del ámbito marino-costero	- Consulta expertos (3 talleres)	5000.00		
	- Equipo coordinador SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
	- Integración de informe síntesis	3000.00		
	- Revisores independientes (2) externos	5000.00		
	- Informe final para tomadores de decisión	1000.00		
	- Publicación informe	3000.00		
<i>Subtotal ámbito de marino-costero</i>		101000.00		
Informe nacional				
- Realizar el primer informe síntesis del estado de los indicadores	- Consultor			CATIE 2014
	- Coordinador del programa de la Secretaría Ejecutiva del SINAC	0+	Tiempo funcionarios SINAC	
	- Impresión documentos			
- Elaborar el informe Nacional sobre el estado de conservación de la biodiversidad en el país	- Consultor o equipo del SINAC	5000.00		
	- Coordinador del programa de la Secretaría Ejecutiva del SINAC		Tiempo funcionarios SINAC	
	- Impresión documentos	500.00		
	- Publicaciones	3000.00		
<i>Subtotal Informes</i>		8500.00		
Total componente 3		470200.00		
Total componentes PROMEC-CR		596950.00		

. Costos únicos: se requiere un solo gasto
+ Consultorías ya realizadas

*Mínimo 2 veces para la toma de datos. Técnicamente se recomienda que para los indicadores que aún no han definido protocolos, se consideren como mínimo 2 veces en la toma de datos en un periodo de 5 años

** Costos de una sola medición por periodo (5 años)

*** Costos por periodo de evaluación: la inversión se hace por periodo de evaluación de indicadores (cada cinco años).

Cronograma de actividades y costos asociados a la ejecución del PROMEC-CR*

Comp.	Objetivo	Meta	Actividades	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Producto	
Componente 1. Marco jurídico	OB. 1.1. Procurar su plena integración a la cultura institucional del Estado costarricense.	1.1.1. Implementado un Plan Maestro para el PROMEC-CR	- Integrar los diferentes ámbitos del PROMEC-CR en un Plan Maestro	0						Aprobado Plan Maestro del PROMEC-CR	
		1.1.2. Garantizando el respaldo jurídico del PROMEC-CR	- Rediseñar y socializar el borrador de Decreto Ejecutivo ante los diferentes órganos de toma de decisiones del país que viabilice su aprobación por el Ministerio	0						Emisión del Decreto Ejecutivo aprobado	
Componente 2. Marco Institucional	OB 2.1. Se dispone de la capacidad científica, técnica e institucional para la ejecución del PROMEC-CR en el país como herramienta de manejo para la conservación de la biodiversidad en sus tres ámbitos: terrestre, marino-costero y de aguas continentales	2.1.1. Identificadas las lecciones aprendidas del PROMEC-CR en su primera fase	- Sistematizar la experiencia y extraer las lecciones aprendidas de la primera fase del PROMEC-CR	0 ^a						Síntesis del proceso realizado en la fase I del PROMEC-CR	
		2.1.2. Ejecutado efectivamente el Plan de fortalecimiento institucional del PROMEC-CR	- Diseñar y desarrollar el plan de fortalecimiento institucional del PROMEC-CR	5000							Un conjunto de instrumentos institucionales y organizativos que promueven el desarrollo del PROMEC-CR en sus siguientes fases
		2.1.3. Constituidos exitosamente la nueva estructura institucional en sus componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional del PROMEC-CR	- Promover la institucionalización del PROMEC-CR al interior del SINAC, con la creación del Programa Nacional de Monitoreo Ecológico	1000							
			- Formalizar convenios específicos con los socios del Programa en donde se incluyen acuerdos de constitución y financiamiento, programas de trabajo y otros		750						

	- Elaborar la hoja de ruta del Programa	0ª					
	- Diseñar el organigrama institucional del PROMEC-CR	0ª					
2.1.4. Implementados eficientemente los instrumentos de incidencia y comunicación en el país	- Elaborar los manuales de procedimiento y operación para los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional del PROMEC-CR		6000				
	- Elaborar los planes de trabajo de los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional		2250				
	- Diseñar e implementar un programa de seguimiento y evaluación del PROMEC-CR		8750				
	- Definir un acuerdo formalizado ante el CONAC para la constitución de los componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional	0					Directrices normativas y estrategias de funcionamiento de los diferentes componentes (interno, externo y foro técnico de alcance nacional) del PROMEC-CR

Componente 3. Marco	OB 2.2. Propiciar el desarrollo de un marco institucional adecuado para llevar a la práctica todas sus acciones.	2.2.1. La generación y análisis de la información sobre biodiversidad en los tres ámbitos a diferentes escalas (nacional y local) del Programa de monitoreo es clara y estandarizada para el país	- Conformar una unidad de manejo a nivel nacional que coordine la gestión de la información sobre biodiversidad, el uso de la tierra y los diferentes ecosistemas	68,000					Directriz nacional para el manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas en Costa Rica
		2.2.2. Establecido un mecanismo de coordinación del manejo de la información sobre biodiversidad en los tres ámbitos	- Diseñar un conjunto de instrumentos internos que generen y analicen la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas		28,000				Unidad de manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas institucionalizada, al servicio del PROMEC-CR
	OB 2.3. Promover la utilización de la información que se genere, con un enfoque de manejo adaptativo en los procesos de toma de decisiones sobre las áreas protegidas y el resto del territorio nacional.	2.3.1. Se logra incidir eficientemente en el manejo de la biodiversidad en los tres ámbitos del país	- Diseñar e implementar una estrategia de incidencia y comunicación del PROMEC-CR				7,000		Mecanismo de incidencia del PROMEC-CR hacia otros actores institucionales del país
	Ámbito terrestre								

OB 3.1. Conocer y evaluar el estado de conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias en los tres ámbitos (terrestre, marino-costero y de aguas continentales)

3.1.1. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito terrestre

Indicadores validados (Escala nacional)						
- Evaluar el indicador 1.1.						
- Realizar informe del indicador 1.1.		5,000		5,000		
- Evaluar el indicador 1.2.						
- Realizar informe del indicador 1.2.						
- Evaluar el indicador 1.3.	11,100	11,100	11,100	11,100		
- Realizar informe del indicador 1.3.					2,000	
- Evaluar el indicador 1.4.		9,600		9,600		
- Realizar informe del indicador 1.4.					2,000	
Indicadores por desarrollar (Escala nacional)						
- Desarrollar el indicador 1.5.			3,000			
- Realizar informe del indicador 1.5.					2,000	
- Desarrollar el indicador 1.6.		3,000				
- Realizar informe del indicador 1.6.					2,000	
- Desarrollar e implementar el indicador 1.7.		3,000		10,000		
- Realizar informe del indicador 1.7.					2,000	
- Desarrollar el indicador 1.8.			3,000			
- Realizar informe del indicador 1.8.					2,000	
- Desarrollar el indicador 1.9.			3,000			
- Realizar informe del indicador 1.9.					2,000	
Indicadores por desarrollar (Escala local)						

Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito terrestre

	- Elaborar los protocolos del indicador 1.10.		3,000				
	- Realizar informe del indicador 1.10.			2,000			
	- Elaborar los protocolos del indicador 1.11.		3,000				
	- Realizar informe del indicador 1.11.			2000			
Ámbito de aguas continentales							
3.1.2. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito de aguas continentales	Indicadores por implementar (Escala nacional)						
	- Implementar el indicador 2.1.		0 *				
	- Realizar informe del indicador 2.1.						
	- Implementar el indicador 2.2.		2,900		2,900		
	- Realizar informe del indicador 2.2.					2,000	
	- Implementar el indicador 2.3.		2,900		2,900		
	- Realizar informe del indicador 2.3.					2,000	
	- Implementar el indicador 2.4.			3,000			
	- Realizar informe del indicador 2.4.					2,000	
	- Implementar el indicador 2.5.		3,000				
	- Realizar informe del indicador 2.5.				2000		
	Indicadores por implementar (Escala local)						
	- Implementar el indicador 2.6.			25,000		25,000	
							Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito aguas continentales

		- Realizar informe del indicador 2.6.				2,000	
		- Implementar el indicador 2.7.	10,000		10,000		
		- Realizar informe del indicador 2.7.				2,000	
		- Implementar el indicador 2.8.	10,000		10,000		
		- Realizar informe del indicador 2.8.				2,000	
		- Implementar el indicador 2.9.	15,000		15,000		
		- Realizar informe del indicador 2.9.				2,000	
		- Implementar el indicador 2.10.	10,000		10,000		
		- Realizar informe del indicador 2.10.				2,000	
		- Implementar el indicador 2.11.	7,500		7,500		
		- Realizar informe del indicador 2.11.				2,000	
		- Implementar el indicador 2.12.	15,000		15,000		
		- Realizar informe del indicador 2.12.				2,000	
Ámbito marino-costero							
3.1.3. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito marino-costero	Indicadores por implementar (Escala nacional)						
	- Implementar el indicador 3.1.		0	*			
	- Realizar informe del indicador 3.1.						
							Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito marino - costero

- Implementar el indicador 3.2.			3,000		
- Realizar informe del indicador 3.2.				2000	
- Implementar el indicador 3.3.	0	*			
- Realizar informe del indicador 3.3.					
- Implementar el indicador 3.4.					
- Realizar informe del indicador 3.4.					
- Implementar el indicador 3.5.					
- Realizar informe del indicador 3.5.					
- Implementar el indicador 3.6.					
- Realizar informe del indicador 3.6.		24,000		24,000	2,000
- Implementar el indicador 3.7.					
- Realizar informe del indicador 3.7.					
- Implementar el indicador 3.8.					
- Realizar informe del indicador 3.8.					
- Implementar el indicador 3.9.					
- Realizar informe del indicador 3.9.		15,000		15,000	2,000
- Implementar el indicador 3.10.					

		- Realizar informe del indicador 3.10.						
		- Implementar el indicador 3.11.						
		- Realizar informe del indicador 3.11.						
		- Implementar el indicador 3.12.						
		- Realizar informe del indicador 3.12.						
		- Implementar el indicador 3.13.						
		- Realizar informe del indicador 3.13.						
		- Implementar el indicador 3.14.						
		- Realizar informe del indicador 3.14.						
Informes								
3.1.4. El país cuenta con información pública disponible sobre el estado de la biodiversidad en sus tres ámbitos y sus tendencias con base en indicadores implementados		- Consultar y emitir el informe del ámbito terrestre				16,000		Definición del estado de conservación de la biodiversidad y sus tendencias a partir de la información obtenida de los indicadores en los tres ámbitos
		- Consultar y emitir el informe de aguas continentales				16,000		
		- Consultar y emitir el informe marino-costero				16,000		
		- Realizar el primer informe síntesis del estado de los indicadores				0		
		- Elaborar el informe Nacional sobre el estado de conservación de la biodiversidad en el país					8500	

* Costos cubiertos con la realización de otros indicadores

	Indicadores prioritarios
	Indicadores no prioritarios

**Insumos de documentos no publicados, brindados por la Asociación Costa Rica por Siempre. 2014*

Esquema de evaluación y seguimiento del PROMEC-CR*

Comp.	Objetivo	Meta	Año de meta	%	Producto	100% equivale a...	Tareas semestrales	Detalle de progreso de la a 3 años (acumulado)	%	Detalle de progreso de la a 6 años (acumulado)	%
Componente 1. Marco Jurídico	OB. 1.1. Procurar su plena integración a la cultura institucional del Estado costarricense	1.1.1. Implementado un Plan Maestro para el PROMEC-CR	2014	100	Aprobado Plan Maestro del PROMEC-CR	Plan maestro aprobado por CONAC e implementado de manera efectiva		Año 2	100	/	/
		1.1.2. Garantizando el respaldo jurídico del PROMEC-CR	2014	100	Emisión del Decreto Ejecutivo aprobado	Decreto firmado por ministro		Año 1	100	/	/
Componente 2. Marco Institucional	OB 2.1. Se dispone de la capacidad científica, técnica e institucional para la ejecución del PROMEC-CR en el país como herramienta de manejo para la conservación de la biodiversidad en sus tres ámbitos: terrestre, marino-costero y de aguas continentales	2.1.1. Identificadas las lecciones aprendidas del PROMEC-CR en su primera fase	2014	100	Síntesis del proceso realizado en la fase I del PROMEC-CR	Documento aprobado por coordinador del PROMEC-CR del SINAC		Año 1	100	/	/
		2.1.2. Ejecutado efectivamente el Plan de fortalecimiento institucional del PROMEC-CR	2016	100	Un conjunto de instrumentos institucionales y organizativos que promueven el desarrollo del PROMEC-CR en sus siguientes fases	Documento aprobado por coordinador del PROMEC-CR del SINAC		Año 3	100	/	/
		2.1.3. Constituidos exitosamente la nueva estructura institucional en sus componentes: interno, externo y foro técnico de alcance nacional del PROMEC-CR	2015	100		Reconocida oficialmente la estructura institucional del PROMEC-CR		Año 2	100	/	/

Componente 3. Marco operativo técnico científico		2.1.4. Implementados eficientemente los instrumentos de incidencia y comunicación en el país	2014	100	Directrices normativas y estrategias de funcionamiento de los diferentes componentes (interno, externo y foro técnico de alcance nacional) del PROMEC-CR	El país conoce sobre los avances del PROMEC-CR y su información es circulada en todo el país		Año 1	100	/	/
	OB 2.2. Propiciar el desarrollo de un marco institucional adecuado para llevar a la práctica todas sus acciones.	2.2.1. La generación y análisis de la información sobre biodiversidad en los tres ámbitos a diferentes escalas (nacional y local) del Programa de monitoreo es clara y estandarizada para el país	2015	100	Directriz nacional para el manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas en Costa Rica	Un sistema de análisis de la información a nivel local con alcance nacional que facilita la información de manera inmediata y en tiempo real		Año 3	100	/	/
		2.2.2. Establecido un mecanismo de coordinación del manejo de la información sobre biodiversidad en los tres ámbitos	2016	100	Unidad de manejo de la información sobre biodiversidad, uso de la tierra y diferentes ecosistemas institucionalizada, al servicio del PROMEC-CR	Un mecanismo de coordinación formalizado e implementado exitosamente a nivel nacional		Año 3	100	/	/
	OB 2.3. Promover la utilización de la información que se genere, con un enfoque de manejo adaptativo en los procesos de toma de decisiones sobre las áreas protegidas y el resto del territorio nacional.	2.3.1. Se logra incidir eficientemente en el manejo de la biodiversidad en los tres ámbitos del país	2018	100	Mecanismo de incidencia del PROMEC-CR hacia otros actores institucionales del país	El manejo de la biodiversidad en los tres ámbitos se fundamentan en el PROMEC-CR		Año 3	40	Año 5	100
	OB 3.1. Conocer y evaluar el estado de conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias en los tres ámbitos (terrestre, marino-costero y de aguas continentales)	3.1.1. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito terrestre	2018	100	Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito terrestre	Un informe del estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito terrestre		Año 3	50	Año 5	100
		3.1.2. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito de aguas continentales	2018	100	Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito aguas continentales	Un informe del estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito marino-costero		Año 3	50	Año 5	100

		3.1.3. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad en el ámbito marino-costero	2018	100	Evaluación y desarrollo de los indicadores del ámbito marino - costero	Un informe del estado de conservación de la biodiversidad el ámbito de aguas continentales		Año 3	50	Año 5	100
		3.1.4. El país cuenta con información pública disponible sobre el estado de la biodiversidad en sus tres ámbitos y sus tendencias con base en indicadores implementados	2019	100	Definición del estado de conservación de la biodiversidad y sus tendencias a partir de la información obtenida de los indicadores en los tres ámbitos	Un informe de Estado de conservación de la biodiversidad a nivel de país		/	/	Año 6	100

**Insumos de documentos no publicados brindados por la Asociación Costa Rica por Siempre, 2014*

Actores relevantes para la implementación del PROMEC-CR en sus tres ámbitos

El análisis de los actores es una de las etapas del proceso de implementación necesaria para la consolidación de una plataforma de trabajo que promueva el mantenimiento del Programa y del éxito en la interpretación y seguimiento a los resultados generados en el tiempo (Núñez 2007). La implementación del PROMEC-CR será efectiva, si se logra una amplia participación de los actores que están directa o indirectamente relacionados con el manejo de la información tanto en campo como en el momento de análisis y difusión para la toma de decisiones.

En este sentido, la caracterización de los actores es un insumo importante que determina el capital social (como primer recurso instalado) del Programa. A continuación describimos las instituciones a nivel gubernamental como no gubernamental que se consideran participes para la ejecución del PROMEC-CR. Para facilitar su comprensión se analiza en cada uno de los tres ámbitos.

Actores estratégicos en el ámbito terrestre

Los actores incluidos como potenciales para el desarrollo de este ámbito dentro del Programa son los definidos en el informe realizado por Núñez (2007). En dicho informe se incluyen instituciones de carácter gubernamental, entre ellos el SINAC como ente de gobierno encargado de la gestión y coordinación institucional del manejo y uso de los recursos naturales, en temas específicos como: manejo forestal, vida silvestre, áreas protegidas y la protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos.

De la misma manera, se cuenta con reconocidos centros de investigación y de formación universitaria de carácter gubernamental y otros no gubernamentales como es el caso de la UCR, la UNED, la UNA, el CATIE, la EARTH, la ECAG, el INBio, el CCT, el CENAT, el ITCR, el MNCR y la OET. La misión institucional y los objetivos estratégicos de cada una de estas instituciones posibilitarían el desarrollo exitoso del Programa, gracias a la calidad de profesionales y expertos en relación del tema de los indicadores como de su experiencia en el levantamiento y procesamiento de datos, además de poseer información de línea base y de tener capacidad financiera para una figura de cooperación con el SINAC quien será el ente Director del PROMEC-CR.

Actores estratégicos en el ámbito de Aguas Continentales

Debido a que la protección del recurso hídrico es de gran relevancia en la actualidad, existen muchos esfuerzos de diferentes actores, tanto gubernamentales como no gubernamentales, en el estudio y monitoreo de los diferentes ambientes de aguas continentales en el país.

Entre los actores gubernamentales destacan el ICE y la CNFL, quienes están realizando desde hace varios años monitoreos de fauna acuática (principalmente macroinvertebrados y peces) y de calidad de agua en varias cuencas del país, sobre todo en aquellas que son aprovechadas para la producción hidroeléctrica. Asimismo, existen otros actores (cooperativas y empresas privadas) que manejan represas hidroeléctricas y realizan monitoreos periódicos en los ríos respectivos; entre estas se encuentran Conelectricas, Coopelesca, Coopeguanacaste, Consorcio Cooperativo Cubujuquí, Edificadora Beta e Hidromantenimiento, Unión Fenosa, Inversiones La Manguera SA, entre muchos otros más. En este ámbito hay que mencionar el aporte que pueda brindar la SETENA, por medio de los informe técnicos con información valiosa de estudios diagnósticos y monitoreos que deben de realizar los diversos desarrolladores de proyectos. Es la entidad estatal más importante para obtener información sobre la ubicación de proyectos que se planean desarrollar o que ya se están llevando a cabo relacionados con el recurso hídrico del país (p.ej. extracción de material pedregoso, construcción de represas, etc.).

En relación a monitoreos de calidad de agua, tanto biológica, microbiológica y físico-química, existen muchas instituciones y laboratorios que realizan estos estudios, ya sea de forma puntual o como monitoreos periódicos a mediano o largo plazo. Acá hay que mencionar los diferentes laboratorios pertenecientes a las tres universidades estatales, UNA, UCR y del TEC, así como entidades gubernamentales, como el AyA y el Ministerio de salud. De estas, la UCR, la UNA y el AyA realizan muestreos tanto de macroinvertebrados como de factores físico-químicos, mientras que el TEC y el ministerio de salud se enfocan más en muestreos físico-químicos y microbiológicos. También hay varios laboratorios que cuentan con amplia experiencia en el análisis de plaguicidas, sobre todo el IRET (UNA) y el CICA (UCR). La Universidad Nacional estableció en el 2004 el Programa Interdisciplinario de Investigación y Gestión del Agua (PRIGA) para la articulación y realización de acciones coordinadas dentro de la temática de recurso hídrico. Asimismo, en el 2010 se creó el Centro del Recurso Hídrico (HIDROCEC-UNA, ubicado en Liberia, Guanacaste) que busca contribuir a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en Centroamérica y el Caribe, mediante la excelencia en la investigación, extensión, docencia y vinculación con todos los actores sociales relacionados con los distintos procesos de gestión, estableciendo alianzas intra e intersectoriales. Con el fin de impulsar y favorecer el desarrollo de iniciativas innovadoras en el ámbito de la cooperación nacional e internacional en el tema de recurso hídrico, la Universidad Nacional inició en el 2013 la Red Gestión del Recurso Hídrico (REGRHI-UNA).

Con la meta de unir los diversos esfuerzos que existen en el país en este tema, la Dirección del Agua (MINAE), desde el año 2012, ha estado realizando reuniones periódicas con representantes de las diferentes instituciones públicas, relacionadas con estudios de calidad de agua. Esto con el fin de elaborar un plan nacional para el monitoreo de los cuerpos de aguas superficiales y poner en práctica el reglamento para la Evaluación y Clasificación de la calidad de los cuerpos de aguas continentales (Decreto No. 33903 MINAE-S, 2007). La Dirección de Agua será un socio clave e importe para el SINAC para implementar el monitoreo del indicador calidad de

agua, tanto por medio de parámetros físico-químicos como por medio de los macroinvertebrados acuáticos (BMWP-CR).

Entre los biomonitoreos periódicos que se están llevando a cabo en la actualidad, hay que destacar el caso de la ONG “Asociación ANAI”, ubicada en Talamanca – Caribe sur, la cual está realizando un monitoreo en más de 80 cuerpos de agua desde hace más de 10 años, con participación comunitaria, incluyendo comunidades indígenas. En este monitoreo biológico, se realizan una vez al año (en época seca) muestreos de peces y de macroinvertebrados y se aplican índices como el BMWP-CR y un índice de integridad biótica (IBI) para peces, adaptado a la zona, con el fin de construir mapas de calidad de agua. Sin embargo, el monitoreo que realiza esta ONG depende en su totalidad de su capacidad de conseguir fondos internacionales.

Otros actores que realizan monitoreos o estudios diagnósticos en forma más local y sobre todo enfocados en ambientes lóticos, incluyen la Universidad EARTH, Universidad de Georgia, Campus Costa Rica (San Luis, Monteverde) y la Estación Maritza del Stroud Water Research Center (ACG), entre otros. Además la fundación Omar Dengo sostiene un programa de monitoreo de calidad de agua (en ríos y quebradas) a través del programa GLOBE con escuelas y colegios de diferentes zonas del país. Finalmente, puede resultar importante para el SINAC, involucrar otros actores locales, como las municipalidades, el SENARA, las ASADAS y Asociaciones comunitarias, p.ej. comisiones de subcuencas, y diferentes ONGs locales (p.ej. Conservación Osa, entre muchos otros), los cuales pueden llegar a ser socios estratégicos para apoyar el monitoreo en sitios específicos.

Con respecto a los ambientes lénticos, en especial lagos y lagunas, destacan las investigaciones sobre limnología básica realizadas por investigadores del CIMAR (UCR). Estos incluyen estudios sobre el estado trófico de varios de los cuerpos de agua lénticos del país, como p.ej. Laguna Arenal, Lago Cote, Laguna Hule, Laguna Rio Cuarto, Laguna Botos, entre otros. Así mismo hay estudios realizados por investigadores de la Universidad Nacional, por ejemplo en el Humedal Caño Negro. En este ámbito también hay que mencionar a la OET, en especial la Estación ubicada en el Parque Nacional Palo Verde, ya que ellos cuentan con datos sobre aves acuáticas, macroinvertebrados y macrófitas del Humedal Palo Verde y zonas aledañas. El grupo de las aves acuáticas también está siendo monitoreado en otros sitios del país y por varios grupos de ornitólogos de diversas instituciones y organizaciones, entre ellos el Museo Nacional, la Unión de Ornitólogos, la Asociación de Ornitólogos y BirdLife Internacional.

Actores estratégicos en el ámbito Marino-Costero

La mayoría de los actores son organizaciones no gubernamentales, entre las que resaltan el CIMAR-UCR, PRETOMA, Fundación KETO, Widecast y Fundación PROMAR. PRETOMA tiene experiencia trabajando en el ámbito marino y costero principalmente con especies pelágicas como tiburones de varias especies y las tortugas; así como con pesquerías de arrastre, de palangre y artesanal. Además, PRETOMA tiene una amplitud de contactos con otras organizaciones que le permite fortalecer el diseño de los monitoreos. KETO también trabaja en las zonas oceánicas con delfines y ballenas. La Fundación PROMAR trabaja con cetáceos en programas de monitoreo. Widecast es una ONG internacional que apoya el levantamiento de información relacionada con las tortugas marinas en el mar Caribe. En Costa Rica, Widecast tiene 11 proyectos, donde el monitoreo en el Parque

Nacional Tortuguero sobrepasa las 4 décadas de trabajo e información. Cada una de estas ONGs trabaja con grupos de especies diferentes por lo que se complementan bien en el levantamiento de la información. Todas ellas son dependientes de la disponibilidad de fondos nacionales e internacionales para poder funcionar.

Entre las instituciones autónomas como la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Nacional (UNA) resalta de manera significativa la UCR a través del Centro de Investigaciones Marinas y de Limnología (CIMAR). El CIMAR agrega múltiples investigadores de diversas especialidades que entre 1979-2011 han generado 685 publicaciones. Varios de los científicos miembros del CIMAR tienen programas de monitoreo que sobrepasan los 10 años. En cuanto a la Universidad Nacional, ésta cuenta con la Estación Nacional de Ciencias Marinas y Costeras (ECMAR) creada en 1980 en Punta Morales desde donde es posible realizar investigaciones en el Golfo de Nicoya.

Para la implementación del PROMEC-CR, se definen dos categorías en el tipo de participación de dichos actores: (1) *Implementador*, quien es el actor con las capacidades técnicas y científicas, además de su trayectoria y experiencia en la recolección, análisis y síntesis de la información procedente de los indicadores, y (2) *Socio potencial*, actor con quien se podría mantener una relación permanente bien sea dentro de la estructura del Programa o como apoyo a nivel técnico o financiero tanto nacional como internacional. (Anexo 1)

Caracterización de actores estratégicos para la implementación del PROMEC-CR de acuerdo a su trayectoria en el levantamiento de información y monitoreo en los tres ámbitos

Institución	Caracterización/Experiencia	Figura participativa	Ámbitos		
			Terrestre	Marino Costero	Aguas continentales
Asociación ANAI	ONG nacional que realiza monitoreos anuales en 80 ríos y quebradas en la zona Caribe-Talamanca Sur con participación comunitaria (incluyendo indígena) y la cual ya sobrepasa los 10 años de trabajo e información. Tienen la capacidad y credibilidad para trabajar con comunidades y voluntarios, pero depende de fondos externos y donaciones.	Implementador			
Asociación Pro Delfines de Talamanca	Es una ONG que concentra sus actividades en la costa caribeña de Talamanca; principalmente en esfuerzos que giran alrededor de la protección de los delfines. La investigación 1997-2011 con datos de avistamiento de 3 especies de delfines en el Caribe.	Implementador			
CATIE	Es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, la enseñanza, la capacitación y la cooperación técnica en la producción agropecuaria y de los recursos naturales renovables	Implementador y socio			
Comisión Nacional de Emergencia (CNE)		Socio			
Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL)	A través de su departamento de Recursos Naturales la CNFL ha realizado monitoreos en varias cuencas de su interés para la producción hidroeléctrica desde el año 2005 y en el caso del Lago Cote entre los años 2000 y 2010, con una periodicidad de dos veces por año (estación lluviosa y seca); recientemente iniciaron monitoreos en fincas PAS (prácticas	Implementador			

	ambientalmente sostenible) donde la CNFL realice acciones (biodigestores, asesorías, manejo de suelos, etc.).				
Conservation International – CI-Costa Rica	ONG internacional dedicada a la conservación, cambio climático, aguas continentales y océanos.	Socio			
Conservación Osa	Es una ONG con una estación biológica a través de la cual apoya a investigadores y promueve el turismo natural. Tiene un programa de becas para la investigación; un programa de voluntariado para el mantenimiento del monitoreo de tortugas que llegan a las playas desde Matapalo a Carate en la Península de Osa.	Implementador			
CoopeSolidar R.L.	Tiene dentro de sus alcances de trabajo el monitoreo de los recursos naturales.	Implementador			
La Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas (ELAP)	Brinda información y capacitación en torno a la administración y el manejo de las áreas protegidas en Latinoamérica. Los procesos de cambio de la preservación hacia la conservación, del aislamiento a la integración de la sociedad civil en el manejo de áreas protegidas y el surgimiento de las áreas protegidas privadas.	Implementador			
Empresa Privada		Socio			
Fundación Corcovado	La fundación Corcovado se concentra en la conservación del bosque lluvioso tropical. Muchas actividades giran alrededor de la promoción del turismo.	Implementador			
Fundación KETO	Es una ONG concentrada en el levantamiento de información en los ambientes marinos y costeros. Monitoreo de delfines en el Caribe (bocas del toro). Tiene varias publicaciones formales e informales que respaldan la seriedad en el levantamiento de la información principalmente en delfines, ballenas. Monitoreo de arrecifes de coral apoyado en comunidades costeras. Trabaja con turismo.	Implementador			

Fundación MarViva	ONG con amplio respaldo internacional.	Socio			
Fundación Neotrópica	ONG nacional. Trabaja humedales y manglares. No parece tener una trayectoria fuerte con los sistemas marinos y costeros, tampoco en el levantamiento de monitoreo a mediano o largo plazo.	Socio			
Fundación PROMAR	Monitoreo de Cetáceos.	Implementador			
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA). Laboratorio Nacional de Aguas	Institución estatal con amplia experiencia en monitoreo de diversos cuerpos de agua en el país; tradicionalmente pone más énfasis en calidad de agua con parámetros físico-químicos, aunque también tiene un laboratorio de Biología que lleva a cabo estudios y monitoreo de macro invertebrados	Implementador			
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)	El ICE tiene un grupo considerable de profesionales que realizan estudios diagnósticos y monitoreos periódicos en las cuencas de su interés para la producción hidroeléctrica; ha realizado muchos estudios diagnósticos de línea base y ha realizado monitoreos continuos por periodos de hasta 10 años.	Implementador			
Instituto Tecnológico Costa Rica (TEC): <u>Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC)</u>	Institución autónoma de educación superior, dedicada a la docencia, investigación y extensión. Laboratorios que realizan análisis de calidad de agua, sobre todo en cuencas de Cartago y San Carlos, aunque también han realizado proyectos en otras regiones del país, p.ej. Península de Osa; recientemente desarrollaron un modelo predictivo para la calidad de agua en ambientes lóticos	Implementador			

<p>El Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio)</p>	<p>Organización no gubernamental, sin fines de lucro y de interés público. Inicia funciones en 1989 y es dirigido por una Asamblea de Asociados y una Junta Directiva. Su trabajo se fundamenta en la misión de “Promover una mayor conciencia sobre el valor de la biodiversidad, para lograr su conservación y mejorar la calidad de vida del ser humano” mediante la integración de la generación y captura de la información, la organización y administración del conocimiento y la transferencia del conocimiento con la sociedad. Estas actividades se logran haciendo inventarios y monitoreo, análisis de bio-informática, con bio-prospección, educación y comunicación, y participando en labores de conservación.</p>	<p>Implementador</p>			
<p>INCOPESCA – Instituto Costarricense de Pesca y Agricultura</p>	<p>Está orientado a la biodiversidad marina y costera; sin embargo, sus responsabilidades no incluyen su estudio ni conservación. Mantiene monitoreo satelital de movimiento de embarcaciones de bandera extranjera.</p>	<p>Implementador</p>			
<p>Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG</p>	<p>El Ministerio de Agricultura y Ganadería, es el responsable de promover la competitividad y el desarrollo de las actividades agropecuarias y del ámbito rural, en armonía con la protección del ambiente y los recursos productivos, como un medio para impulsar una mejor calidad de vida, permitiéndole a los agentes económicos de la producción, mayor y mejor integración al mercado nacional e internacional.</p>	<p>Socio</p>			
<p>Misión Tiburón</p>	<p>Promover la investigación marina, la capacitación de funcionarios del ACMIC y la educación en el Área de Conservación Marina Isla del Coco y la Asociación Conservacionista Misión Tiburón con el propósito de fortalecer el componente de investigación de especies pelágicas como los tiburones, rayas y tortugas, que hoy en día se encuentran amenazados. A la vez, promover la educación y capacitación de los funcionarios del ACMIC en temas como biología y conservación marina, a fin de contar con personal con mayores conocimientos técnicos sobre las especies marinas que cada día protegen.</p>	<p>Implementador</p>			

Museo Nacional: Departamento de Historia Natural	Institución estatal con reconocida trayectoria en el desarrollo y mantenimiento de colecciones de Historia Natural; forma parte del Consejo para las Aves Acuáticas a nivel de las Américas.	Implementador y socio			
Organización para Estudios Tropicales (OET)	Consortio de Universidades, entre las cuales se encuentran las principales universidades estatales del país (UCR, UNA; ITCR); facilitador de la investigación científica; tienen tres estaciones biológicas en Costa Rica: La Selva (Puerto Viejo de Sarapiquí), Palo Verde, Jardín Bot. Wilson (Las Cruces);	Implementador			
Programa de restauración de tiburones y tortugas marinas (PRETOMA)	Es una ONG de trayectoria constante creada en 1997. Tiene investigación en 1) pesquerías de arrastre, de palangre y artesanal, 2) migración de tiburones, tiburones en pesquerías, tiene instaurada una red de avistamientos del tiburón-ballena, 3) con tortugas tiene un proyecto de rastreo satelital de tortugas. Tiene monitoreo de pesca artesanal.	Implementador			
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)	Institución con un rol estratégico en el tema de la gestión del recurso hídrico; tanto a nivel de su participación directa como en la coordinación con otras instituciones de los sectores agropecuario y ambiente. Entre sus funciones están, investigar, proteger y fomentar el uso de los recursos hídricos del país, tanto superficial como subterráneo.	Socio			
Servicio Nacional de Guardacostas	Salvaguardar las aguas marinas y costas de Costa Rica. Velar por el legítimo aprovechamiento y la protección de los recursos naturales existentes en las aguas marítimas jurisdiccionales y en las aguas interiores del Estado, según la legislación vigente, nacional e internacional.	Socio			
Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)	Creado en 1995 por la Ley Orgánica del Ambiente (No 7554), es la institución responsable de realizar la administración del proceso de evaluación de impacto ambiental; entre sus metas están: fortalecer el control, seguimiento y evaluación de las viabilidades ambientales otorgadas y revisar, evaluar y aprobar los planes reguladores presentadas por las municipalidades	Socio			

SINAC	dependencia del Ministerio Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), creado mediante el artículo 22 de la Ley de la Biodiversidad N° 7788, de 1998. Su función principal es la gestión y coordinación institucional del manejo y uso de los recursos naturales, en temas específicos como: manejo forestal, vida silvestre, áreas protegidas y la protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos.	Implementador*			
STC- Sea Turtle Conservancy	ONG internacional que apoya la investigación y educación ambiental para la conservación de las tortugas marinas. Apoya el monitoreo satelital de tortugas en el Caribe y el pacífico (la maratón de tortugas)	Socio			
The Nature Conservancy - TNC	Es una organización no gubernamental mundial que tiene como misión conservar las tierras y aguas de las cuales depende la vida. Es una organización no gubernamental mundial que tiene como misión conservar las tierras y aguas de las cuales depende la vida.	Socio			
<i>Trichechus</i>	Es una ONG nacional que inicia como una fundación concentrada en el ámbito de Costa Rica y que crece con la Fundación <i>Trichechus</i> para trabajar al nivel mesoamericano.	Socio			
UCR / CIMAR	El CIMAR con sus asociados científicos tiene una trayectoria importante en la generación de información, interpretación y publicación. Las temáticas abarcan las zonas costeras con arrecifes y playas arenosas y lodosas, ambos golfos y la Isla del Coco con su extensión marina.	Implementador			
UCR (CIMAR – MZUCR – ProGAI)	Importante trayectoria en la generación de información, interpretación y publicación. Capacidad en el desarrollo de proyectos donde el diseño y la planificación fundamentan el componente científico del trabajo. También manejan proyectos con participación comunitaria y tienen experiencia en el manejo integral de cuencas.	Implementador			

UCR / CICA	El CICA lleva a cabo estudios científicos en los cuales evalúan los efectos y las causas de la contaminación ambiental. Además tienen una considerable experiencia en investigación, acción social y docencia asociados al estudio de la contaminación ambiental, su prevención y el desarrollo de metodologías de análisis	Implementador			
UNA / LARNAVIS	Ofrece servicios de levantamiento de inventarios, generación de diagnósticos, monitoreo. Dependiente de la Universidad Nacional, fondos de proyectos y servicios.	Implementador			
UNA/ECMAR	Dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNA. Dirigida al desarrollo rural integral costero y marino	Implementador			
UNA / IRET	Importante trayectoria en la generación de información, interpretación y publicación, en especial relacionado con la contaminación por plaguicidas; amplia experiencia en ensayos de biotoxicidad	Implementador			
UNA / ICOMVIS	Es una unidad académica de la Universidad Nacional con un enfoque multidisciplinario que realiza proyectos de investigación, docencia y extensión en conservación y manejo de la vida silvestre en el Neotrópico	Implementador			
UNA / INISEFOR	Unidad Académica perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional cuyo accionar está dirigido a la investigación, extensión, docencia y servicios, con la finalidad de generar y transferir conocimiento y tecnología aplicada en manejo integral de recursos forestales	Implementador			

<p>UNA / Laboratorio de Análisis Ambiental (LAA); Laboratorio de Análisis y Servicio Químicos (LASEQ); Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico (LAMRHI), Laboratorio de Hidrología Ambiental</p>	<p>Desarrollan actividades de investigación, extensión y vínculo externo remunerado. Laboratorios especializados en análisis de calidad de agua. Han realizado monitoreos de calidad de agua, p.ej. desde hace varios años en la cuenca del Río Virilla; otros en la Cuenca del Río Tempisque, Río Grande del Térraba, Acuíferos de Barva, Colima y Jacó;</p>	<p>Implementador</p>			
<p>UNA/Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero (LAOCOS)</p>	<p>Lidera la investigación en el área de la oceanografía. Su desarrollo en infraestructura para la observación del océano, tanto por medio de mediciones in-situ como de percepción remota, le han permitido participar en numerosos proyectos de investigación y vinculación externa.</p>	<p>Implementador</p>			
<p>Unión de Ornitólogos</p>	<p>Asociación que organiza congresos, publica listas y guías (Correlimos), imparte talleres y organiza censos anuales, entre ellos un censo de patos (Anátidos),</p>	<p>Implementador y socio</p>			
<p>Universidad Nacional: Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe (HIDROCEC)</p>	<p>Es un centro orientado a contribuir en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) en Centroamérica y el Caribe. El HIDROCEC tiene experiencia en tres áreas: Gestión integrada de Cuencas hidrográficas, Calidad de Aguas y Tratamiento, disposición y bio-remediación de las aguas residuales.</p> <p>Han realizado monitoreo en la Subcuenca del Río Liberia. Imparten taller, cursos y organizan Foros.</p>	<p>Implementador</p>			
<p>Universidad de Georgia, campus Costa Rica (UGA-CR)</p>	<p>La Universidad de Georgia, con su campus ubicado en San Luis de Monteverde, forma parte del “Bellbird Biological Corridor”, en el cual están llevando a cabo monitoreo de calidad de agua a lo largo de las tres cuencas que comprenden este corredor</p>	<p>Implementador</p>			

UICN	Autoridad mundial en materia de conservación de la naturaleza y los recursos naturales; han liderado esfuerzos para realizar inventarios de los humedales del país; promueve la gestión efectiva del agua basada en el manejo integral de los ecosistemas.	Socio			
Widecast- Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network	Es una ONG internacional que apoya el levantamiento de información relacionada con las tortugas marinas en el mar Caribe. En Costa Rica tiene 11 proyectos, donde el monitoreo en el PN Tortuguero ya sobrepasa las 4 décadas de trabajo e información.	Implementador			
WWF – World Wildlife Fund	ONGs internacionales que se concentran en la búsqueda de fondos.	Socio			

Riesgos en la implementación del PROMEC-CR

La implementación del Programa será efectiva en la medida en que se reduzcan los riesgos o al menos se pueda ejercer algún tipo de control. A continuación se citan algunos:

- La experiencia en la primera fase indica que los riesgos principales de implementación recaen en el financiamiento de los diferentes componentes que integran el PROMEC-CR.
- Por considerarse el Programa de carácter gubernamental, el no asignar el personal necesario por parte del SINAC para la implementación del PROMEC-CR es otro de los riesgos ya experimentados.
- La responsabilidad del Programa sea llevada a una sola persona o funcionario quien además tiene otros compromisos que le impiden estar con dedicación completa al Programa.
- No se logre llegar a los acuerdos con los diferentes socios y ellos no sientan un respaldo jurídico y político para su participación.
- Las nuevas políticas den prioridad a otras iniciativas que impidan la implementación del Programa.

Anexo 2. Manual de Protocolos

Ámbito terrestre²

Para el caso específico del PROMEC-CR, siendo este un programa de carácter nacional, los indicadores fueron diseñados en función de variables a escala de paisaje y regional (Recuadro 1). Existe un total de once indicadores, nueve de ellos son para la escala nacional y dos para la local. De estos indicadores, se consideran prioritarios para la implementación el 1.1., 1.2., y 1.5.

Recuadro 1. Indicadores del PROMEC-CR para el ámbito terrestre

Escala Nacional

- Indicador 1.1.** Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas, según las metas nacionales de conservación establecidas por GRUAS II.
- Indicador 1.2.** Área y grado de fragmentación de distintos tipos de cobertura en los principales corredores biológicos.
- Indicador 1.3.** Efectividad de Manejo de las Áreas Protegidas.
- Indicador 1.4.** Avance y efectividad de la gestión de los principales corredores biológicos.
- Indicador 1.5.** Índice de lista Roja para aves residentes.
- Indicador 1.6.** Grado de conectividad estructural de los principales corredores biológicos.
- Indicador 1.7.** Estructura, composición y tasa de recambio de los principales tipos de bosque.
- Indicador 1.8.** Área de hábitat apropiado para grupo de especies-paisaje.
- Indicador 1.9.** Amenazas graves para la biodiversidad.

Escala local

- Indicador 1.10.** Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica representada dentro de cada áreas protegidas
- Indicador 1.11.** Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal en cada corredor biológico del país.

² Los indicadores y protocolos para el ámbito terrestre local están basados en el Apéndice 1 y 2. En algunos casos, los editores realizaron cambios en los indicadores originales para poderlos ajustar a los requerimientos y alcances del PROMEC-CR del PROMEC-CR

Priorización de indicadores

Uno de los objetivos del proceso de selección de indicadores fue identificar métricas de la biodiversidad que se complementen, especialmente en relación con la discutida y hasta polémica tensión entre, por un lado, los argumentos a favor de métricas de estructura y conservación de hábitat y por otro lado, las evaluaciones de grupos de especies o hasta especies individuales. No cabe duda de que aunque no sea una panacea, la evaluación de estructura y composición de hábitat a través de imágenes de sensores remotos debe ser la columna vertebral de cualquier programa de monitoreo a escalas grandes, y este es el enfoque que predomina para la primera etapa del PROMEC-CR (los indicadores 1.1 y 1.2 ver Cuadro 1). La línea base fijada para estas evaluaciones es el año 1996, año en el cual se estableció el marco legal, particularmente la Ley Forestal, que sigue gobernando la dinámica del uso de la tierra en cuanto a los hábitat naturales.

No obstante las limitaciones de este enfoque son bien conocidas y para un monitoreo más integral el PROMEC-CR lo complementa para la implementación inmediata, con la información que generará la evaluación de la efectividad del manejo de las áreas protegidas por parte del SINAC y la de los corredores biológicos del país (la efectividad de manejo tiende a presentar una correlación importante con el estado de conservación de la biodiversidad). Puesto que el SINAC dentro de sus competencias aplica anualmente el indicador de efectividad de manejo de áreas protegidas, se ha decidido priorizar el indicador sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos del país (Indicador 1.4.).

Cuadro 1. Priorización de indicadores en el ámbito terrestre a escala nacional y local

Escala nacional	Escala local
Indicador 1.1. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas, según las metas nacionales de conservación establecidas por GRUAS II.	Indicador 1.10. Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica representada dentro de cada áreas protegidas
Indicador 1.2. Área y grado de fragmentación de distintos tipos de cobertura en los principales corredores biológicos.	Indicador 1.11. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal en cada corredor biológico del país.
Indicador 1.4. Avance y efectividad de la gestión de los principales corredores biológicos.	

Priorización de sitios pilotos a escala local

Debido a la naturaleza metodológica de los indicadores priorizados a escala local, resulta poco práctico identificar sitios pilotos en el país.

Enfoque de territorio utilizado en el ámbito terrestre

Como se mencionó al inicio del documento, la meta planteada por la COP-7 es tener sistemas de áreas protegidas que conserven de forma efectiva la biodiversidad. No obstante, es ampliamente aceptado que el grado de eficiencia que presenta un área protegida con respecto al cumplimiento de sus objetivos es directamente proporcional (entre otras cosas) a su tamaño, y que la mayoría de las áreas protegidas son consideradas como pequeñas (SINAC 2007b) y por consiguiente, son altamente vulnerables a la pérdida de biodiversidad. Por lo tanto, resulta prioritario el desarrollo y la implementación de redes interconectadas de territorios, que a pesar de que desempeñan diferentes funciones, están orientadas hacia los objetivos superiores de conservación. Esto es lo que Poiani y colaboradores (2000) denominan Áreas Funcionales para la Conservación (AFC).

Bajo este enfoque se busca que el sistema de conservación sea “representativo” de todo el ámbito de escalas espaciales y de organización biológica del país. Además se procura, que el sistema sea “persistente”, es decir que se asegure en el largo plazo el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos que la sustentan, además de la viabilidad de las poblaciones y la integridad de los ecosistemas (Poiani et ál. 2000, Herrera y Finegan 2008).

En Costa Rica, las AFC se componen por las áreas silvestres protegidas (ASP) que están interconectadas por corredores biológicos (CB). Desde el punto de vista de manejo y el monitoreo, debe tomarse en cuenta que estos CB pueden cumplir múltiples objetivos de conservación, además de proveer conectividad a través de la participación social y la gestión efectiva del territorio (Finegan et ál. 2006).

La clasificación de los ecosistemas del país como punto de partida de la evaluación de las metas de conservación y su monitoreo

Uno de los requisitos esenciales para establecer un programa de monitoreo, es un sistema de clasificación de ecosistemas y uso de la tierra (Arias 2008). En el caso de Costa Rica, se utilizó la clasificación de Unidades Fitogeográficas (UF) (SINAC 2007a, Zamora 2008). De esta forma, el país está dividido en 33 UF, de las cuales dos pertenecen a la Isla del Coco (Apéndice 2).

Recuadro 2. ¿Qué son las Unidades Fitogeográficas?

En sí, las Unidades Fitogeográficas son el resultado de un proceso por clasificar la vegetación del país que se remonta desde el siglo XVIII. Estas se definen por el comportamiento de la composición florística como elemento de mayor significancia. No obstante, en la definición final se consideran factores abióticos como los regímenes de precipitación, la variación de la temperatura, el número de meses secos, la variación topográfica del terreno, los rangos altitudinales, los factores edáficos, y, en ocasiones, elementos geológicos. El contorno o “límite” de las unidades está definido, en la mayoría de los casos, por curvas de nivel (o gradiente altitudinal) o por un accidente geográfico, como un río o cuenca ligada estrechamente a condiciones climáticas.

Fuente: Zamora 2008.

Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala nacional

Indicador 1.1. *Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas, según las metas nacionales de conservación establecidas por GRUAS II*

Objetivo del indicador	Determinar el área remanente de hábitat natural en cada una de las unidades fitogeográficas del país, el área total y el área absoluta y porcentual que está representada en diferentes categorías de áreas protegidas, el grado de fragmentación del hábitat, y la tasa porcentual anual de cambio de estas métricas.
Elemento Focal de Manejo	Sistemas ecológicos (tipos de bosques)
Categoría	Tamaño y contexto paisajístico
Escala	Nacional
Estado del indicador	Validado y Priorizado
Número de verificadores	Doce (12)
Metodología	Análisis de mapas digitales de cobertura derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas; determinación de áreas y grados de fragmentación usando SIG y software de ecología de paisajes.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996.
Observaciones	Las unidades fitogeográficas son las definidas por el proyecto GRUAS II, y deben de institucionalizarse como la Clasificación Nacional de Tipos de Vegetación Nacional (CNTVN); al igual que para los otros indicadores del PROMEC-CR que se evalúan a partir de imágenes de sensores remotos, el uso de este indicador requiere, adicionalmente, de la institucionalización de una Clasificación Nacional de Coberturas de la Tierra (CNCT) y la puesta a disposición de todos los grupos de interesados de la correspondiente base de Datos Nacionales de Cobertura de la Tierra (DNCT).

Verificadores de área de hábitat y su dinámica

- El área total remanente.
- El área remanente dentro de las áreas protegidas, el área remanente dentro de los corredores biológicos.
- El área remanente fuera del Área Funcional de Conservación (AFC) nacional oficial (o sea, que no esté dentro de un AP ni un CB).
- La tasa anual de cambio de área correspondiente a cada uno de estos niveles.

Verificadores del grado de fragmentación del hábitat y su dinámica

- El número de parches de hábitat.
- El índice del parche mayor.
- La distribución de frecuencias de áreas de parches.
- La densidad local de hábitat natural.
- La continuidad local de hábitat natural.
- La ubicación geográfica de procesos de deforestación y fragmentación.
- La densidad de los fragmentos.
- La distancia media al vecino más cercano.

Metodología

Para la evaluación de este indicador, se emplearán los Datos Nacionales de Cobertura de la Tierra (DNCT) para monitorear el área y el grado de fragmentación de las unidades fitogeográficas del país utilizando procedimientos disponibles en software de SIG y de análisis para ecología de paisajes, como FRAGSTATS (McGarigal et al. 2002). Los procedimientos y definiciones utilizados en la etapa de procesamiento de imágenes para la elaboración de mapas digitales durante la evaluación de este indicador dependerán hasta cierto punto del criterio de los especialistas que participan en la elaboración de la CNTVN, la CNCT y los DNCT. Sin embargo, para la evaluación de este indicador, el 1.2 y el 2.3 se utilizará una metodología basada en la aplicada por Sesnie (2007) en un análisis de la dinámica del uso de la tierra en el Corredor San Juan – La Selva, uno de los corredores biológicos principales del país.

Esta metodología se considera apropiada en cuanto a su resolución, exactitud de clasificación y dificultad de aplicación dentro del contexto del PROMEC-CR. Sesnie (2007) proporciona las citas bibliográficas que respaldan la propuesta metodológica. El sensor principal recomendado es Landsat. Pueden combinarse imágenes del Landsat 5 TM o Landsat 7 ETM+, u otro sensor de resolución espacial (píxeles de 0.09 ha) y espectral parecida. El uso de imágenes de diferentes sensores es aceptable ya que las evaluaciones se basarán en mapas digitales derivados de las imágenes, siempre que dichos mapas tengan una evaluación cuantitativa de la exactitud de la clasificación para cada uno de los tipos de cobertura, y que el grado de incertidumbre en las evaluaciones sea presentado de manera transparente a los usuarios de la información.

El grado de exactitud de la clasificación es un tema de importancia primordial y a la vez sumamente complejo. El PROMEC-CR utilizará procedimientos para la evaluación de la exactitud a través de matrices de error estándar (Congalton y Green 1999). Se evaluarán tanto la exactitud de usuario como la de productor (user's and producers's accuracy) por medio de la comparación de áreas clasificadas con información de referencia tomada sobre el terreno. Para mejorar la exactitud, se pueden tomar en cuenta variables biofísicas en combinación con algoritmos avanzados de clasificación, además de la subdivisión de imágenes. La mejor clasificación debe de buscarse con cierta creatividad y el grado de exactitud lograda puede eventualmente variar entre zonas del país, por ejemplo entre el pacífico seco y el pacífico húmedo. La clasificación será apoyada por la toma de datos

georeferenciados en el campo. Estos datos tendrán las funciones primero, de “entrenamiento” para la clasificación, y segundo de apoyar la interpretación de las fotografías aéreas de las misiones CARTA, que a la vez reducirán la inversión necesaria en trabajo de campo para la interpretación de las imágenes de satélite, y potencialmente estarán disponibles para una proporción alta del sistema de áreas protegidas (AP) y CB para los años 2003, 2005, 2007 y 2008. Finalmente, las parcelas permanentes para el monitoreo de la dinámica de los principales tipos de bosque (Indicador 2.4) serán georeferenciadas y utilizadas para aumentar la exactitud de la clasificación.

Es necesario contar con imágenes con la menor cobertura posible de nubes. El procedimiento de crear imágenes compuestas tomando píxeles libres de nubes de imágenes del año anterior o posterior al año de la que forma la base para un análisis, para reemplazar píxeles con nubes en esa imagen debe de usarse con cautela. Así mismo, en el caso del uso de información de Landsat 7, el rellenado de líneas vacías debido al daño al sensor con información de otras imágenes puede usarse únicamente después de un análisis cuidadoso de las implicaciones del procedimiento para los resultados del monitoreo, y la alternativa de emplear las imágenes de menor calidad que sigue proveyendo Landsat 5 se mantiene.

Luego se utilizará software ENVI 4.1 para preparar y clasificar imágenes (RSI 2004). Debido a que uno de los objetivos es la determinación lo más exacta posible de tasas de cambio de tipos de coberturas, tendrá que haber comparaciones de imágenes calibradas espacialmente con puntos tomados en tierra; un desplazamiento espacial mínimo inferior a 15 m es esencial para asegurar comparaciones exactas entre píxeles. Las bandas espectrales serán balanceadas para color y sometidas al procedimiento histogram-matching con referencia a una imagen base. El “rayado” y otros ruidos del sensor que interfiere con las señales de reflectancia se reducirán con un procedimiento Minimum Noise Fraction (MNF).

Adicionalmente, una sustracción de objetos oscuros usando cuerpos profundos de agua se puede aplicar para corregir por efectos atmosféricos en la reflectancia, especialmente en las bandas visuales. Finalmente, se aplicará un filtro 3 x 3 de mean textural occurrence para suavizar el ruido debido a características tales como sombras y cambios abruptos de topografía. Los tipos de cobertura enumerados en el Cuadro 2 serán tomados en cuenta, con base en su importancia para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales (nótese que para el presente indicador, se requieren únicamente las categorías comunidad natural por unidad fitogeográfica, y áreas no-naturales; todos los tipos de cobertura serán utilizados en la evaluación de los indicadores 1.2 y 2.3, que evalúan los corredores biológicos).

Cuadro 2. Tipos de cobertura que serán tomados en cuenta para la evaluación de los indicadores 1.1, 1.2 y 2.3

Tipo de cobertura	Observaciones
<i>Bosque natural de dosel cerrado</i>	Incluirá bosque “primario”, bosque primario sujeto al aprovechamiento maderero, humedales dominados por palmas como los yolillales, y bosque secundario de desarrollo avanzando creciendo en áreas agropecuarias abandonadas.
<i>Otros tipos de cobertura natural</i>	Serán los tipos de cobertura natural definidos por la Clasificación Nacional de Tipos de Vegetación Natural (CNTVN).
<i>Humedales dominados por especies herbáceas</i>	Se asume que esta será una categoría de la CNTVN.
<i>Vegetación secundaria joven (charral)</i>	En cuanto a la vegetación secundaria, debe de tomarse en cuenta que en cierto punto de su desarrollo, llega a ser imposible de diferenciar del bosque primario. Es por esta razón que el bosque secundario de desarrollo avanzando se incluye en la categoría de bosque natural de dosel cerrado. Las tasas de desarrollo de los bosques secundarios difieren entre, por ejemplo, zonas macroclimáticas y tipos de uso anterior del suelo, de manera que la resolución lograda para evaluar este indicador también puede variar.
<i>Vegetación secundaria dominada por árboles pioneros (tacotal)</i>	
<i>Plantaciones de especies arbóreas</i>	No se intentará diferenciar respecto al fin de la plantación (por ejemplo, frutales o maderables).
<i>Potreros</i>	La presencia o no de árboles en potreros es potencialmente importante pero se considera que no puede ser estimada con suficiente exactitud con esta metodología.
<i>Cultivos de manejo intensivo</i>	Incluye suelo desnudo, caña de azúcar, piña, banano, café.

Las áreas urbanas, cuerpos de agua y nubes también serán mapeados. Nótese que las categorías deben de tener definiciones cuantitativas y objetivas que permitan la clasificación de imágenes; estas definiciones serán establecidas durante el desarrollo de la CNTVN y la CNCT. Se consideró la alternativa de diferenciar una categoría de sistemas agroforestales (SAF) y de subdividirla en clases como café con sombra y potreros arbolados. Sin embargo, debido a las limitaciones de los sensores se recomienda hacer esto únicamente en el caso de corredores biológicos con áreas extensas de SAF que pueden ser claves para la conectividad (ver los indicadores 1.2, 2.3 y 2.5).

La clasificación puede ser verificada potencialmente con fotografías aéreas de la misión CARTA tomadas en los años 2003 y 2005. Para lograr el mejor nivel de clasificación posible, se llevará a cabo una clasificación supervisada usando el clasificador por árbol de decisiones Rulegen y el algoritmo QUEST. Además de las bandas TM 1-5 y 7 (en el caso de Landsat), información de elevación, índice topográfico de humedad, pendiente (derivada de un modelo de elevación digital (MED) de 90 m) y el Normalized Vegetation Difference Index (NDVI) se usarán en la clasificación. Las variables biofísicas enumeradas a menudo presentan relaciones con las prácticas agrícolas y mejoran la discriminación entre ecosistemas naturales y áreas agropecuarias. Un MED de 30 m probablemente estará disponible durante la ejecución de la primera etapa del PROMEC-CR y debe usarse. Finalmente, debido a la escala grande de la evaluación (la nacional, 51.000 km²), se recomienda fuertemente

subdividir las imágenes para formar tal vez diez secciones más homogéneas de 5.000 km², nuevamente con el fin de mejorar la clasificación (Sesnie 2007).

A partir de las imágenes clasificadas, para cada unidad fitogeográfica, con una periodicidad de tres años, se determinarán los verificadores de área de hábitat y su dinámica y los verificadores del grado de fragmentación del hábitat y su dinámica. En el caso de los indicadores que implican medir “cambios” este se determinará a partir de comparaciones de valores de verificadores en fechas sucesivas de evaluación; las tasas de cambio r se calcularán usando la fórmula de tasa estandarizada de Puyravaud (2003):

$$r = (1/t1 - t2) \times \ln(A2/A1)$$

**Donde A1 es el área encontrada en la primera fecha de evaluación, t1 y A2 es el área en la segunda fecha t2.*

Los índices de Riitters et al. (2002) fueron desarrollados para facilitar el monitoreo a nivel nacional del grado de fragmentación de los bosques de los Estados Unidos, y ofrecen una serie de maneras sencillas de apreciar facetas de importancia primordial de la fragmentación del paisaje. Se calculan como se describe a continuación:

- **La densidad local de hábitat natural:** para cada píxel de hábitat natural se determina la proporción de píxeles en el área adyacente, definida esta por ventanas de diferentes extensiones, que son también hábitat natural, omitiendo los píxeles que no han sido asignados a una categoría de cobertura; esta proporción es Pf.
- **La continuidad local de hábitat natural:** es el número de bordes entre dos píxeles, dentro de la ventana alrededor del píxel de hábitat natural, que son bordes entre píxeles de hábitat natural como proporción del total de bordes que tienen un píxel de bosque en al menos uno de sus dos lados; nuevamente, se omiten los píxeles que no han sido asignados a una categoría de cobertura. Este verificador Pff, en términos sencillos, mide la probabilidad de que un píxel adyacente a uno de hábitat natural es también hábitat natural, convirtiéndose así en una medida de la continuidad del hábitat natural.

Riitters et al. (2002) señalan que estos dos verificadores, como muchas métricas o enfoques de análisis en ecología de paisajes, pueden aplicarse en ventanas de diferentes extensiones, proporcionándose así información referida a diferentes escalas de heterogeneidad de la intervención humana en las comunidades naturales, o diferentes escalas relevantes a diferentes objetos de conservación. El PROMEC-CR aplicará el mismo enfoque, calculando los verificadores Pf y Pff para ventanas de 5 x 5 píxeles (2.25 ha), 9 x 9 píxeles (7.29 ha), 27 x 27 píxeles (65.61 ha), 81 x 81 píxeles (590.49 ha) y 243 x 243 píxeles (5314.41 ha).

La información generada por los procedimientos de Riitters et al. (2002) se resumirá de las siguientes maneras. El grado de proximidad entre hábitat natural y hábitat antropogénico, y de aislamiento del hábitat natural, se evaluará determinando la proporción de los píxeles de hábitat natural que igualan o exceden umbrales de 1.0, 0.9 y 0.6 en el valor de Pf, para cada uno de los tamaños de ventana. El valor de 1.0 corresponde a un píxel dentro

de una ventana compuesta completamente de otros píxeles de hábitat natural, un píxel que puede considerarse núcleo. Los píxeles con $P_f > 0.9$ corresponden a píxeles interiores, mientras que los que presentan $P_f > 0.6$ corresponden a píxeles de hábitat natural dominante.

El grado de aislamiento del hábitat natural se calculará con base en medidas de la distancia mínima entre cada píxel de hábitat natural y un píxel de hábitat antropogénico. Dentro de este enfoque de análisis, esta distancia corresponde a la ventana más grande dentro de la cual un píxel se clasifica como núcleo. Para las cinco extensiones de ventanas definidas aquí, las distancias mínimas correspondientes serían de 90 m, 150 m, 420 m, 1.230 m y 3.660 m. Este enfoque puede usarse para caracterizar el tipo y la ubicación de la fragmentación; este punto es importante, ya que para una determinada extensión de hábitat perdida, el impacto en el hábitat remanente puede variar dependiendo de su ubicación en el área de hábitat – si se encuentra por los bordes del área, por ejemplo, o si es alargada y llega hasta el centro de la misma. Tipos de fragmentación denominados núcleo, perforado, borde y parche pueden identificarse en cada una de las cinco extensiones de ventanas alrededor de cada píxel, de acuerdo con combinaciones de valores de P_f y P_{ff} (Riitters et al. 2002).

La presentación de los resultados de estos análisis es sencilla e informativa. Para cada una de las unidades fitogeográficas en cada una de las fechas de evaluación, se graficará el porcentaje de los píxeles que pertenecen a las categorías núcleo, interior y dominante, por tamaño de ventana, y se elaborarán cuadros mostrando el porcentaje del área de la unidad fitogeográfica en cada uno de los tipos de fragmentación. Mapas mostrando la distribución de los grados de fragmentación pueden ser elaborados. En hábitat no fragmentado, la densidad local de hábitat natural no disminuiría conforme aumenta el tamaño de la ventana, no habría hábitat perforado y las extensiones relativas de hábitat núcleo, de borde y de parche dependerían únicamente de los límites definidos por los factores ambientales que determinan la distribución de las unidades fitogeográficas.

Rangos de variación según tasa de cambio en área y fragmentación

	Cambios con riesgo bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de cobertura y aumento de parches • Aumento de cobertura y disminución de parches • No hubo cambios
	Cambios con riesgo intermedio	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de cobertura y aumento de parches
	Cambios con riesgo alto	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de cobertura y disminución de parches

Indicador 1.2. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal de los principales corredores biológicos

Objetivo del indicador	Determinar el área y el grado de fragmentación de los ocho tipos de cobertura de la CNCT (ver el indicador 1.1) y su tasa porcentual anual de cambio.
Elemento Focal de Manejo	Sistema ecológico (tipo de bosques)
Categoría	Tamaño y contexto paisajístico.
Escala	Nacional
Estado del indicador	Validado y Priorizado
Número de verificadores	Siete (7)
Metodología	Análisis de mapas digitales de cobertura derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas; determinación de áreas y grados de fragmentación usando SIG y software de ecología de paisajes.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996.
Observaciones	Corredores biológicos principales según proyecto GRUAS II; será clave definir oficialmente los límites geográficos de los CB. Al igual que para los otros indicadores del PROMEC-CR que se evalúan a partir de imágenes de sensores remotos, el uso de este indicador requiere, adicionalmente, de la institucionalización de una Clasificación Nacional de Coberturas de la Tierra (CNCT) y la puesta a disposición de todos los grupos de interesados de la correspondiente base de Datos Nacionales de Cobertura de la Tierra (DNCT).

Verificadores de área de hábitat y su dinámica

- El área total de cada uno de los cuatro tipos de cobertura y su tasa de cambio.

Verificadores del grado de fragmentación del hábitat y su dinámica

- El número de parches de hábitat en cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- El índice del parche mayor para cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- La distribución de frecuencias de áreas de parches para cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- La densidad local de hábitat para dos categorías de hábitat (bosque natural de dosel cerrado + comunidades secundarias; y plantaciones de árboles + sistemas agroforestales).
- Continuidad local de hábitat natural para dos categorías de hábitat (bosque natural de dosel cerrado + comunidades secundarias; y plantaciones de árboles + sistemas agroforestales).
- La ubicación geográfica de procesos de deforestación y fragmentación.

Metodología

Este indicador será evaluado usando los mismos procedimientos básicos de análisis de imágenes de sensores remotos que en el caso del indicador 1.1. Nótese que debido a las limitaciones de las evaluaciones con sensores remotos y SIG, los sistemas agroforestales serán evaluados únicamente en el caso de los corredores con áreas extensas de SAF que pueden ser claves para la conectividad. Los verificadores son también en gran medida los mismos, pero adaptados al contexto de los corredores biológicos.

Rangos de variación según tasa de cambio en área y fragmentación

	Cambios con riesgo bajo	<ul style="list-style-type: none">• Aumento de cobertura y aumento de parches• Aumento de cobertura y disminución de parches• No hubo cambios
	Cambios con riesgo intermedio	<ul style="list-style-type: none">• Disminución de cobertura y aumento de parches
	Cambios con riesgo alto	<ul style="list-style-type: none">• Disminución de cobertura y disminución de parches

Indicador 1.3. Efectividad de manejo de las Áreas Protegidas estatales

Objetivo del indicador	Determinar la efectividad del manejo de las áreas protegidas estatales en sus dimensiones social, administrativa, de recursos naturales, político legal y económico financiera. Determinar la relación de la efectividad de manejo con los valores y las tendencias de los indicadores 1.1 y 1.2.
Escala	Nacional
Estado del indicador	Validado
Número de verificadores	37 (los "indicadores" de Mena y Artavia, distribuidos entre cinco ámbitos ligados a la efectividad de manejo).
Metodología	La metodología oficial del SINAC (Mena y Artavia s.f.)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Anualmente; línea base 2006
Observaciones	Esta metodología se publicó y adoptó hace algunos años pero no ha sido adoptada y aplicada sistemáticamente dentro un grupo estable de áreas protegidas administradas por el SINAC; las medidas de efectividad de manejo están correlacionadas con el estado de conservación de la biodiversidad.

Metodología

El valor de la evaluación de la efectividad del manejo de las áreas protegidas como herramienta para su manejo adaptativo puede considerarse comprobado; sobre todo cuando combinadas con otros indicadores que arrojará el PROMEC-CR, las medidas de efectividad del manejo son medidas indirectas del estado de conservación de la biodiversidad, y a la vez contribuirán a la interpretación de los resultados del Programa en cuanto a medidas más directas como los verificadores del indicador 1.1. Costa Rica ya cuenta con una metodología oficial para este fin, que sin embargo no está siendo aplicada sistemáticamente en las AP estatales. El PROMEC-CR incluirá la aplicación sistemática de la metodología de Mena y Artavia (s.f.) en las AP estatales.

Indicador 1.4. Efectividad del manejo de los corredores biológicos del país

Objetivo del indicador	Determinar el avance y la efectividad de manejo de los corredores biológicos del país.
Escala	Nacional
Estado del indicador	Validado y Priorizado
Número de verificadores	5 (cinco)
Metodología	La metodología de Canet-Desanti et ál. 2011.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Línea base: Diagnóstico Nacional sobre la Efectividad de Manejo de los Corredores Biológicos del país (Canet-Desanti 2009).
Observaciones	Establecer relación con el indicador de conectividad.

Verificadores

- Número de Corredores Biológicos que cumplen con los requerimientos de oficialización según el Programa Nacional de Corredores Biológicos.
- Número de corredores biológicos en Fase I, II y III.
- Número de corredores biológicos que cumplen con los requisitos necesarios para pasar a la siguiente fase en la Dimensión de Gestión.
- Número de corredores biológicos que cumplen con los requisitos necesarios para pasar a la siguiente fase en la Dimensión Socioeconómica.
- Número de corredores biológicos que cumplen con los requisitos necesarios para pasar a la siguiente fase en la Dimensión Ecológica.

Metodología

Este indicador está diseñado en función de “La Metodología para la Evaluación de la Efectividad de Manejo de Corredores Biológicos” (Canet-Desanti et ál. 2011). Los cinco verificadores planteados para el indicador del PROMEC-CR se obtienen a partir de los resultados de la aplicación de esta metodología, además sus resultados son complementarios con el indicador 1.2, 1.6 y 1.8.

La metodología consta de principios, criterios, indicadores y verificadores los cuales están basados en el principio que para lograr cumplir con los objetivos de conservación, los corredores biológicos también deben trabajar con aspectos productivos, sociales y económicos, que al fin de cuentas son en buena medida, los responsables del estado actual de la biodiversidad. Por esta razón la metodología mide tres dimensiones: i) la ecológica que es la columna vertebral de los corredores biológicos, ii) la socioeconómica a través de la cual se busca medir la vinculación que las comunidades y los actores sociales tienen con el corredor biológico, además de aspectos productivos y económicos ligados a los medios de vida; finalmente, y iii) la gestión, que busca promueve la coordinación y el trabajo de los socios bajo una planificación adecuada.

Recuadro 3. Meta Superior para las diferentes dimensiones

Ecológica: Favorecer el mantenimiento de la viabilidad biológica de poblaciones y comunidades naturales de flora y fauna así como la continuidad de los procesos ecológicos a través del paisaje, para disminuir la destrucción, fragmentación, aislamiento y simplificación de los hábitats naturales, mejorar la conectividad del paisaje y contribuir a la provisión de servicios ecosistémicos.

Socioeconómica: Contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en el corredor biológico mediante la conservación, el uso sostenible de los recursos naturales y las prácticas amigables con el ambiente.

Gestión: Consolidar una estrategia de corredor biológico que funcione bajo un proceso de institucionalidad local, con diversidad de actores en diferentes grados de involucramiento y de participación intersectorial, respaldados por un marco político y legal.

Paralelamente, la metodología diferencia corredores biológicos que están en una etapa inicial (recién creados) de aquellos que ya han logrado consolidar un proceso a lo largo del tiempo. Además permite, a través de las mediciones periódicas verificar si efectivamente la estrategia está avanzando hacia el alcance de sus metas. Por tal motivo, la metodología plantea tres fases de gestión. La primera enfocada en CB que están iniciando el

proceso y por ende está más enfocados en la consolidación de socios, la planificación, búsqueda de fondos, diagnósticos para línea base. La segunda fase, está más orientada hacia la ejecución y el trabajo en la mitigación y disminución de amenazas críticas, requiere de un trabajo más intenso con las personas que habitan en corredor, a fin de lograr mejorar las condiciones productivas y ambientales. Finalmente, en la fase tres, se orienta más hacia lograr medir la conectividad funcional y su impacto sobre el bienestar humano de las personas que viven en el corredor biológico.

¿Cómo se pasa de una fase a otra?

Para pasar de una fase a otra se deben cumplir dos requisitos:

Tener un promedio general de las tres dimensiones igual o mayor a 85.

Cada dimensión debe tener un promedio igual o mayor a 75.

En total, la metodología consta para las tres dimensiones y las tres fases de gestión con: 14 principios, 44 criterios, 78 indicadores, 53 verificadores de Fase I, 87 verificadores de Fase II, 94 verificadores de Fase III. Algunos de estos indicadores son de proceso, es decir que se miden en las tres fases, o son de resultado, es decir que se miden en un solo momento (Cuadro 1). Otros indicadores son de insumo, lo que quiere decir que de ellos dependerán otros indicadores que se medirán posteriormente, ya sea en la misma dimensión o en otra.

Cuadro 3. Número de parámetros, según el tipo, la dimensión y la fase de gestión

Parámetros	Dimensión Ecológica	Dimensión Socioeconómica	Dimensión de Gestión
Principios	5	5	4
Criterios	16	11	17
Indicadores	35	22	21
Verificadores Fase I	14	10	29
Verificadores Fase II	26	26	35
Verificadores Fase III	39	22	33

Pese a la complejidad del entramado de los parámetros, la medición es sencilla y de bajo costo, ya que los verificadores están en función de responder a la pregunta si se ha desarrollado o no dicho parámetro. Generalmente, esto no requiere más de un día de taller. Lo recomendable es que la evaluación se haga en

plenaria con todos los miembros del consejo local los cuales deberán llenar una sencilla matriz para la cual pueden usar una escala numérica o simplemente hacerlo por colores.

Una vez que se han evaluado todos los verificadores, la misma matriz saca las fórmulas para obtener los valores de los criterios, los principios y finalmente, el de la dimensión correspondiente. Después de que se hace esto se puede determinar en qué fase de gestión está el corredor y comparar los resultados con la línea base del 2009 para ver en dónde se ha avanzado y en dónde no.

Indicador 1.5. Índice de Lista Roja para aves residentes

Objetivo del indicador	Determinar el grado de amenaza de las especies de aves residentes del país y dependientes de hábitat naturales, y su tasa de cambio.
Elemento Focal de Manejo	Aves residentes
Escala	Nacional
Estado del indicador	Validado y Priorizado
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por desarrollar
Número de verificadores	Por definirse
Metodología	La de la UICN para la asignación de las especies a categorías de amenaza (UICN 2001, UICN 2003) y para el cálculo del Índice de Lista Roja (Butchart <i>et al.</i> 2005).
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Cada tres (3) años; la línea base deberá ser determinada como parte del proceso de desarrollo y validación del indicador.
Observaciones	Se debe crear una comisión de especialistas nacionales y regionales para el desarrollo y la validación de este indicador y coordinar el proceso estrechamente con la UICN y demás organizaciones del Consorcio de las Listas Rojas que encabeza ese organismo.

Metodología

Las Listas Rojas de la UICN han llegado a ser un estándar mundial para la evaluación de la biodiversidad, y es ampliamente aceptado que la metodología para la asignación de especies a las Categorías de las Listas Rojas (UICN 2001) es transparente y confiable. El desarrollo del Índice de Listas Rojas fue un hito en la conversión de la información de las Listas Rojas en un método cuantitativo para la evaluación de las tendencias en el estado de conservación de las especies, y es para las aves que la información disponible es suficiente para permitir tal evaluación. No obstante, se requiere de un periodo de estudio y adaptación de este indicador para su uso dentro del PROMEC-CR.

La razón principal por la cual se requiere el desarrollo y la validación del indicador, tal y como se señala en el documento técnico de referencia del Programa, es que las Listas Rojas son evaluaciones globales y las categorías a las cuales son asignadas las especies de una región o una nación en las Listas globales no son necesariamente las mismas a las cuales serían aplicadas en un ejercicio regional o nacional. Por ejemplo, una especie podría asignarse a la categoría En Peligro Crítico en una evaluación nacional, y a la vez encontrarse apenas en la categoría Vulnerable a nivel global; en un caso como este, la población de la especie en territorio costarricense se encontraría altamente amenazada, pero poblaciones menos amenazadas en otros sectores de la distribución geográfica sustentarían la categorización global menos preocupante de Vulnerable.

Reconociendo entonces el valor que puede tener la adaptación del enfoque de las Listas Rojas para los niveles regional o nacional, la UICN desarrolló sus directrices para este fin (UICN 2003), documento que representa el punto de partida para el proceso que se llevará a cabo dentro de la primera etapa del PROMEC-CR. Los responsables dentro del PROMEC-CR deben tomar los pasos siguientes para el desarrollo y la validación de un Índice de Lista Roja para las aves del país:

- 1) Determinar la lista de especies de aves residentes y dependientes de hábitat naturales que será evaluada.
- 2) Elegir entre dos alternativas para la evaluación, o bien decidir si es conveniente emplear ambas (ver UICN 2003):
 - a) Utilizar para las evaluaciones nacionales las categorizaciones de las especies que aparecen en las Listas globales que constantemente actualiza la UICN; esta opción puede ser deseable sobretudo en el caso de que la lista de especies del PROMEC-CR incluya un número grande de endémicas nacionales o regionales.
 - b) Llevar a cabo una evaluación específica para el país, usando las metodologías publicadas. Esta alternativa tiene la ventaja de que las categorizaciones y el valor del Índice que se calcula a partir de ellas no serán ambiguas desde el punto de vista nacional.
- 3) Ensayar el cálculo del Índice de Lista Roja (ILR). La metodología para el cálculo del ILR ha sido publicada por Butchart et al. (2004) en una revista científica de libre acceso por internet, y en un análisis en relación a las metas 2010 por Butchart et al. (2005) y su capacidad para demostrar tendencias en el estado de conservación de los grupos de organismos evaluados es comprobada en esos artículos. Esta misma metodología será aplicada por el PROMEC-CR.

Indicador 1.6. Grado de conectividad estructural de los principales corredores biológicos

Objetivo del indicador	Determinar el grado de conectividad estructural de los principales corredores biológicos con base en las conexiones entre áreas protegidas (según los objetivos respectivos de cada corredor), a través de hábitats boscosos y agroforestales, y su tasa porcentual anual de cambio.
Elemento Focal de Manejo	Sistemas ecológicos (tipos de bosque)
Categoría	Contexto paisajístico
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por desarrollarse
Metodología	Análisis de mapas digitales de cobertura derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas; determinación de áreas y grados de fragmentación usando SIG y software de ecología de paisajes.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996.
Observaciones	Corredores biológicos principales según proyecto GRUAS II; al igual que para los otros indicadores del PROMEC-CR que se evalúan a partir de imágenes de sensores remotos, el uso de este indicador requiere, adicionalmente, de la institucionalización de una Clasificación Nacional de Coberturas de la Tierra (CNCT) y la puesta a disposición de todos los grupos de interesados de la correspondiente base de Datos Nacionales de Cobertura de la Tierra (DNCT).

Metodología

La provisión de la conectividad y su evaluación a través de un programa de monitoreo representan, en conjunto, uno de los desafíos mayores del manejo para la conservación. Ante la complejidad del tema, el enfoque establecido para el PROMEC-CR es de evaluar la conectividad estructural de los corredores biológicos a través de la columna vertebral del programa de monitoreo, que son las evaluaciones usando tecnologías de sensores remotos y SIG. Para la primera etapa del PROMEC-CR, se puede primero, establecer cuál será la fuente de información para evaluar este indicador y segundo, establecer lineamientos para el desarrollo y la validación de verificadores.

Nuevamente, la aplicación de este indicador en la práctica depende del establecimiento de la CNCT y de la disponibilidad de datos adecuados (DNCT). La necesidad de contemplar un periodo para el desarrollo y la validación de este indicador, surge debido a la falta de un consenso sobre la manera más adecuada de evaluar la conectividad estructural en mapas digitales. La primera etapa del PROMEC-CR debe probar alternativas y alcanzar este consenso. Entre las alternativas figuran el uso de índices desarrollado por ecólogos de paisaje y publicados en la literatura científica (algunos, pero no todos, están incluidos en el software de McGarigal et al. (2002)). La otra opción que probará el PROMEC-CR es desarrollar metodologías que dirigen el monitoreo a las

tierras incluidas en redes ecológicas de conectividad, desarrolladas para corredores individuales por Murrieta Arévalo (2006), Ramos Bendaña y Finegan (2007) y Céspedes Agüero et al. (en prensa) y a nivel nacional por el proyecto GRUAS II.

Indicador 1.7. Estructura, composición y tasas de recambio de los principales tipos de bosque

Objetivo del indicador	Determinar el tipo y el grado de cambio en métricas básicas de estructura (horizontal y vertical, incluyendo estimaciones de biomasa y carbono), composición (las especies presentes, sus estructuras poblacionales e importancias relativas) y diversidad (riqueza e índices ampliamente utilizados de diversidad).
Elemento Focal de Manejo	Sistemas ecológicos (tipos de bosque)
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por desarrollarse
Metodología	Mediciones estándar en parcelas permanentes de muestreo (PPM)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	5 años; línea base por determinarse
Observaciones	Ya existe una gran cantidad de PPM en el país y se ha intentado organizar una red nacional sin éxito; estas PPM existentes serán la base de la evaluación de este indicador, aunque deben de ser incorporadas a un diseño más formal tomando en cuenta la escala de evaluación, y probablemente será necesario instalar PPM nuevas. El SINAC u otra organización designada deben construir una alianza, financiado por el PROMEC-CR, que una vez constituida definirá las metodologías de toma, almacenamiento y análisis de datos. Las PPM serán georreferenciadas y los datos que generen serán utilizados para mejorar la exactitud de la clasificación de las imágenes para la evaluación de los indicadores 1.1, 1.2.

Metodología

El primer paso para el desarrollo y la validación de este indicador debe ser la constitución de la alianza institucional y la definición de la zona geográfica de énfasis para aprovechar los datos a largo plazo existentes; posiblemente la zona norte del país. Luego, la alianza debe decidir si es prioritario expandir la red de parcelas para que cubra otras zonas biogeográficas del país, y generar el financiamiento para esta expansión. Se continuará usando metodologías estándar para este tipo de monitoreo, definidas por Alder y Synnott (1992), adaptadas para los objetivos del PROMEC-CR por los investigadores de la alianza – por ejemplo, con respecto a la estimación de la biomasa y del carbono.

Indicador 1.8. Área de hábitat apropiado para grupo de especies-paisaje

Objetivo del indicador	Determinar el área de hábitat apropiado para un grupo de especies-paisaje, el área total y el área absoluta y porcentual que está representada en diferentes categorías de áreas protegidas, el grado de fragmentación del hábitat apropiado, y la tasa porcentual anual de cambio de estas métricas.
Elemento focal de Manejo	Especies paisaje
Categoría	Estructura y composición
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por desarrollarse
Metodología	Modelaje cuantitativo de hábitat apropiado; análisis de área y grado de fragmentación del hábitat apropiado en combinación con mapas digitales derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas, y software de SIG (ver el indicador 1.1).
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996.
Observaciones	Como primer paso se debe seleccionar el grupo de especies-paisaje, empleando la metodología de la WCS, preferiblemente en estrecha colaboración con esa ONG.

Metodología

Este indicador, junto con el Índice de Listas Rojas para aves y la red potencial de PPM, es la tercera oportunidad que tiene el PROMEC-CR para institucionalizar el uso de indicadores más directos de los componentes de la biodiversidad, que no sean los de estructura y composición de paisaje evaluadas a través de sensores remotos y SIG – aunque se enfatiza que este indicador se incluye en el Programa por esa razón, y no porque se esté asumiendo que las especies mismas cumplan necesariamente funciones indicadoras, con respecto al resto de la biodiversidad. Existe una metodología para la selección de especies – paisaje (Sanderson et al. 2002) que será aplicada para la selección de especies para la evaluación por el PROMEC-CR. Luego, un equipo de especialistas debe desarrollar enfoques apropiados de modelaje como los de Ferrier et al. (2002), Peterson et al. (2002) y Segurado y Araújo (2004), o los disponibles en línea (p.e. www.lifemapper.org) para mapear en capas de SIG el área de hábitat apto para cada especie-paisaje. Las métricas de área, grado de fragmentación y tasas de cambio del hábitat apropiado serán las mismas del indicador 1.1.

Indicador 1.9. Amenazas graves para la biodiversidad

Objetivo del indicador	Determinar las tendencias de indicadores macroclimáticos clave con el fin de documentar posibles cambios climáticos, en la intensidad y frecuencia de incendios en hábitat naturales y en las distribuciones de especies exóticas invasoras; apoyar la interpretación de los resultados generados por el resto del PROMEC-CR.
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por desarrollarse
Observaciones	El cambio climático es una de las amenazas individuales más importantes respecto a la conservación de la biodiversidad, que apenas está siendo reconocido y evaluado como tal en el país; las otras amenazas enumeradas aquí tampoco son evaluadas adecuadamente dentro de los demás indicadores propuestos.

Metodología

Es imprescindible tomar en cuenta el cambio climático para todo lo que tiene que ver con uso sostenible de recursos naturales. Se debe constituir una comisión SINAC/IMN/centros de investigación para seleccionar los verificadores clave y analizar la información para el periodo más largo posible dentro del contexto de la confiabilidad de la información. Así mismo, información sobre amenazas graves adicionales como los incendios forestales, las especies exóticas invasoras y la explotación forestal ilegal debe ser incorporada al Programa.

Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala local

Indicador 1.10. *Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica representada dentro de cada áreas protegidas*

Objetivo del indicador	Determinar el área remanente de hábitat natural en cada una de las unidades fitogeográficas del país, el área total y el área absoluta y porcentual que está representada dentro de cada área protegida, el grado de fragmentación del hábitat, y la tasa porcentual anual de cambio de estas métricas.
Elemento Focal de Manejo	Sistemas ecológicos (tipos de bosques)
Categoría	Tamaño y contexto paisajístico
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	nueve (9)
Metodología	Análisis de mapas digitales de cobertura derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas; determinación de áreas y grados de fragmentación usando SIG y software de ecología de paisajes.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa.
Observaciones	El proceso metodológico de este indicador es el mismo que a escala nacional, con la diferencia que se hará para cada área protegida.

Verificadores de área de hábitat y su dinámica

- El área total remanente dentro del área protegida.
- La tasa anual de cambio de área total remanente dentro del área protegida.

Verificadores del grado de fragmentación del hábitat y su dinámica

- El número de parches de hábitat.
- El índice del parche mayor.
- La distribución de frecuencias de áreas de parches.
- La densidad local de hábitat natural.
- La continuidad local de hábitat natural.
- La ubicación geográfica de procesos de deforestación y fragmentación.
- La densidad de los fragmentos.
- La distancia media al vecino más cercano.

Indicador 1.11. Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal en cada corredor biológico del país

Objetivo del indicador	Determinar el área y el grado de fragmentación de los ocho tipos de cobertura de la CNCT (ver el indicador 1.1) y su tasa porcentual anual de cambio en cada corredor biológico del país.
Elemento Focal de Manejo	Sistemas ecológicos (tipos de bosques)
Categoría	Tamaño y contexto paisajístico
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	Siete (7)
Metodología	Análisis de mapas digitales de cobertura derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas; determinación de áreas y grados de fragmentación usando SIG y software de ecología de paisajes.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996.
Observaciones	El proceso metodológico de este indicador es el mismo que a escala nacional, con la diferencia que se hará para cada corredor biológico.

Verificadores de área de hábitat y su dinámica

- El área total de cada uno de los cuatro tipos de cobertura y su tasa de cambio.

Verificadores del grado de fragmentación del hábitat y su dinámica

- El número de parches de hábitat en cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- El índice del parche mayor para cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- La distribución de frecuencias de áreas de parches para cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- La densidad local de hábitat para dos categorías de hábitat (bosque natural de dosel cerrado + comunidades secundarias; y plantaciones de árboles + sistemas agroforestales).
- Continuidad local de hábitat natural para dos categorías de hábitat (bosque natural de dosel cerrado + comunidades secundarias; y plantaciones de árboles + sistemas agroforestales).
- La ubicación geográfica de procesos de deforestación y fragmentación.

Ámbito de Aguas continentales³

Los indicadores a nivel nacional, será la integración de los indicadores a nivel local y sub-nacional, analizados a la escala nacional. Es importante aclarar que estos rangos son una orientación para la interpretación de los resultados del indicador y no necesariamente obedecen a las variaciones naturales asociadas con los atributos ecológicos de un determinado elemento de la biodiversidad. Los indicadores que se diseñaron están en función de dos objetos de conservación:

- Ambientes lénticos
- Ambientes lóticos

Recuadro 4. Indicadores para el ámbito de aguas continentales

Escala nacional

Indicador 2.1. Área y grado de fragmentación del bosque ribereño

Indicador 2.2. Grado del rompimiento del Continuum del cauce natural en las cuencas hidrográficas

Indicador 2.3. Estado de la conservación de cuerpos lénticos

Indicador 2.4. Índice de Lista Roja para anfibios

Indicador 2.5. Índice de Lista Roja para aves acuáticas

Escala local

Indicador 2.6. Calidad del agua en ambientes lóticos

Indicador 2.7. Calidad del hábitat en ambientes lóticos

Indicador 2.8. Condición de las comunidades ícticas

Indicador 2.9. Condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos

Indicador 2.10. Estado trófico en lagos y lagunas

Indicador 2.11. Condición de las comunidades de macrofitas en ambientes lénticos

Indicador 2.12. Condición de las comunidades de aves acuáticas en ambientes lénticos

³ Los indicadores y protocolos nacionales y locales para este ámbito están basados en el Apéndice 3 y 4.

Los objetivos para el monitoreo ecológico de ecosistemas de aguas continentales pueden ser muchos, no obstante se proponen los siguientes, basado en el propósito mismo del PROMEC-CR.

- a) Proveer información sobre el estado de los ecosistemas acuáticos, lénticos y lóticos continentales, como parte del Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR), que contribuya a mejorar tanto el diseño como la implementación de las estrategias de conservación del país.
- b) Proporcionar a los interesados indicadores de la calidad de los ecosistemas de aguas continentales a nivel local, sub-nacional y nacional, que a su vez permitan de forma práctica determinar el grado de integridad ecológica de estos ecosistemas.
- c) Determinar los cambios y tendencias en el comportamiento de distintos indicadores relativos a los ecosistemas de aguas continentales, en función del tiempo y de las intervenciones que se promuevan a partir de una línea base, de manera que se genere información confiable y a tiempo para la toma de decisiones políticas locales y nacionales.

Priorización de indicadores

A nivel nacional se recomienda la priorización de los indicadores 2.1, 2.3 y 2.5. Estos tres indicadores son de implementación relativamente sencilla y de bajo costo, además de representar la diversidad de los diferentes ambientes de aguas continentales, tanto de aguas lénticas como lóticas. El grupo de las aves acuáticas además presenta varias ventajas entre las cuales se destacan: i) su afectación por una gran variedad de factores que reflejan directa e indirectamente el estado de conservación o grado de alteración de los ecosistemas de aguas continentales y ii) la existencia de métodos establecidos y grupos de ornitólogos formados que realizan inventarios de este grupo lo cual resulta en información disponible confiable.

Para la escala local, se recomienda priorizar el 2.7, 2.10 y escoger entre el 2.8 o 2.9. Por su parte, el índice de calidad de hábitat es de muy fácil aplicación y toma en cuenta una variedad de factores que reflejan el estado de conservación de un ambiente lótico. En los ambientes lénticos se podrán implementar primeramente el indicador del estado trófico, el cual se podrá medir de manera fácil y económica por medio del índice trófico de Carlson. Finalmente, en ambientes lóticos hasta aprox. 1000msnm se recomienda la implementación del indicador Condición de las comunidades ícticas, dado que este refleja una serie de amenazas importantes en estos ambientes como lo son la calidad del agua, el rompimiento del continuo del cauce, las sobreexplotación y la presencia de especies exóticas. Además su posición la cadena alimenticia acuática proporciona una visión integradora del medio ambiente. Debido a la ausencia de peces en los ambientes acuáticos de altura, en caso necesario, este índice podrá ser sustituido en estos ambientes por el indicador condición de las comunidades de

macroinvertebrados acuáticos. Este indicador tiene la ventaja que los métodos de recolecta son más sencillos que para el caso de los peces, sin embargo, la identificación requiere un mayor grado de especialización.

Cuadro 4. Indicadores priorizados en el ámbito de aguas continentales a escala nacional y local

Escala nacional	Escala local
Indicador 2.1. Área y grado de fragmentación del bosque ribereño.	Indicador 2.7. Calidad del hábitat en ambientes lóticos.
Indicador 2.3. Estado de la conservación de cuerpos lénticos.	Indicador 2.10. Estado trófico en lagos y lagunas.
Indicador 2.5. Índice de Lista Roja para aves acuáticas.	Indicador 2.8. Condición de las comunidades ícticas. Indicador 2.9. Condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

Priorización de sitios pilotos a escala local

Cuadro 1. Resumen de sistemas acuáticos existentes y prioritarios para realizar el monitoreo de indicadores nacionales, sub-nacionales o locales para la integridad ecológica de estos sistemas en cada Área de Conservación, recomendados por las administraciones respectivas.

Área de Conservación	Sistemas acuáticos existentes: Ríos de llanura, Ríos de montaña, Lagunas, Lagos, Humedales y otros, permanentes y no permanentes	Sistemas acuáticos prioritarios para el monitoreo* (nombres)	Información existente (inventarios o monitoreos)
Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN)	Ríos, Pantanos estacionales, Humedales ribereños, Nacientes de agua, Lagunas, Bosques inundados, Embalses.	Sitios Ramsar. Humedales estacionarios, Humedales ribereños.	Listas preliminares de especies de peces, aves y algunos macroinvertebrados. Inventarios de sistemas acuáticos.
Área de Conservación Arenal Tempisque (ACAT)	Sistema estuarino, Pantano estacional, Ríos, Humedales ribereños, Embalses, Ojos de Agua, Lagunas	Pantano estacional, Humedales ribereños	Lista preliminar de peces de algunos humedales, Estudios de Ictiofauna del Lago Cote, Inventarios de los sistemas acuáticos
Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC)	Lagos, Ríos, Humedales, Represas hidroeléctricas	Ríos y Humedales en zona Norte del Área	Macroinvertebrados, Aves, Anfibios, Mamíferos, Factores Físico-químico
Área de Conservación Guanacaste (ACG)	Ríos, Lagunas, Quebradas (estacionales y permanentes)	Laguna Basurilla, Laguna Respingue (RAMSAR), Manglar de Potrero Grande (RAMSAR), Vacío Grúas II Agua Dulce (Laguna carbonal arriba), Río Cuajniquil, Río Murciélago. Y otros también importantes: Quebrada Limonal, Quebrada Tibio, Quebrada Aserradero, Quebrada Arenales, Río Colorado, Río Sapoa, Río Negro, Río Cuacaracho, Río Orosi, Río Seco, Río Tempisquito, Río Azufrado, Río Potrero Grande	Listas de especies de macroinvertebrados, Peces, Anfibios, Aves, Plantas, Ácaros acuáticos, Crustáceos, Moluscos (Potrero Grande)

Área de Conservación	Sistemas acuáticos existentes: Ríos de llanura, Ríos de montaña, Lagunas, Lagos, Humedales y otros, permanentes y no permanentes	Sistemas acuáticos prioritarios para el monitoreo* (nombres)	Información existente (inventarios o monitoreos)
Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC)	Ríos, Quebradas, Lagunas permanentes y temporales, Humedales, Turberas (PILA),	Laguna de Gandoca, Río de Hitoy Cerere, Río Telire, Río Sixaola, Río La Estrella, Río Reventazón, Río Pacuare, Río Suarez (Cahuita), Humedal Cariari.	Inventarios de aves, Anfibios (partes bajas, Hitoy Cerere, Gandoca, Cahuita), Macroinvertebrados y peces (ANAI), Macroinvertebrados (EARTH), Plantas acuáticas (para algunas Lagunas), Peces (en algunas Lagunas) y manatíes.
Área de Conservación La Amistad-Pacífico (ACLAP)	<p>Dentro de Área Protegida: Turberas (Cerro de la Muerte, Chirripó, Valle del Silencio, Cerros Cuerici, Cerro Kamuk, Durika, Cerro Ena), Lagos interglaciares (Chirripó, PILA, Cerro Ena), Lagunas (PILA (Dabagri, LLei, Matama, Shebei), Tapantí-Villegas, Ena-Utyum), Chirripó (Chirripo, Ditkebi, Valle de las Morrenas), Cerro Asunción (km 89-ruta 2), Ríos de montaña, Pantano (Tapantí - sendero Oropendola, Valle del Silencio).</p> <p>Fuera de Área Protegida: Tapantí Cuencas (Río Grande de Orosi, Río Macho, Río Navarro y Sombrero, Río Pejibaye, Río Pacuare y Simari), Chirripó Cuenca (Río Buena vista, Chirripó Pacífico, San Rafael), Cuenca del Río Grande de Térraba, Cuenca del Río Las Tablas, Cuenca del Río Cotón.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Turberas y lagunas por ser sitios Ramsar. 2. Río Navarro y Sombrero por ser un vacío de conservación según Grúas II. 3. Río Grande de Orosi y Río Macho por ser de importancia para el desarrollo nacional y también por ser ecosistemas que llevaron a la creación del Área Protegida Tapantí. 4. Pérez Zeledón - Lagunas por ser ecosistemas amenazados y el Río Pacuare (Grúas II), 5. Cuenca del Río grande de Térraba los Ríos Ceibo (amenazado, fuente de agua potable y poco representado vacío de conservación), Río Mosca-Tres Colinas (por ser un vacío de conservación según Grúas II), Río Volcán (por ser un vacío de conservación según Grúas II), Río Cotón (por ser un vacío de conservación según Grúas II). 	Información en: INBio, ICE (Ph Diquis), ICE-Planta Río Macho, ICE (Oficina Estudios Básicos en la Sabana San José) con estaciones pluviográficas dentro del PN Tapantí, AYA (Ed. Central San José) análisis de agua, CATIE, Oficina ACLAP-PZ (Programa investigación), Grúas II (Vol. I, II, IV), Mapas de Humedales de Costa Rica. Inventario de los Humedales de Costa Rica.

Área de Conservación	Sistemas acuáticos existentes: Ríos de llanura, Ríos de montaña, Lagunas, Lagos, Humedales y otros, permanentes y no permanentes	Sistemas acuáticos prioritarios para el monitoreo* (nombres)	Información existente (inventarios o monitoreos)
Área de Conservación La Amistad-Pacífico (ACLAP)	Pérez Zeledón - Lagunas (Los Ángeles, San Francisco, Las Lagunas, La Ceniza (Finca Coopeagri y Finca Munic-Relleno Sani), Cristo Rey, Pilar de Cajón, Asada Concepción), Pérez Zeledón Río Pacuar, Coto Brus-Lagunas (San Vito, Paraguas, Chocuaco, Zoncho, Valle Azul, Gamboa, Cañas Gordas), Ujarras Lagunas Los Cordero. Buenos Aires-Lagunas (Pantano, Chocuaco, Danta, Ojo de agua, Larga, Carse, Cacao-Volcán, Pavones, Bruja, Tadeo)	6. Pantano en Valle del Silencio por ser sitios Ramsar, endemismo, Patrimonio Mundial. 7. Coto Brus - Lagunas (San Joaquín, El Campo, Zoncho, Valle Azul, Gamboa) por ser un ecosistema amenazado y estar en Grúas II.	
Área de Conservación Osa (ACOSA)	PNPB, Ríos, Lagunas, Humedales	Río Esquinas, Terraba, Sierpe, Rincón, Tigre, Drake, Claro, Bonito, Coto; Laguna Machaca, Sierpe, Amado, Peje perro, Pejeperrito, Chocuaco, Porvenir, Alpízar; Humedal Esquinas, Llano Bonito, Isla Grande y Coto, Terraba-Sierpe,	Algas, Macroinvertebrados, Peces, Anfibios, Plantas?, Físicoquímico (Ríos)

Área de Conservación	Sistemas acuáticos existentes: Ríos de llanura, Ríos de montaña, Lagunas, Lagos, Humedales y otros, permanentes y no permanentes	Sistemas acuáticos prioritarios para el monitoreo* (nombres)	Información existente (inventarios o monitoreos)
Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC)	Ecosistema de páramo como un todo incluyendo turberas, Turberas, Humedales: con énfasis en las lagunas de bajura, Ríos y tributarios, así como los vacíos de conservación en aguas dulces (Grúas II)	Río Savegre, Naranjo, Tusubres, Pirris, Aranjuez, Uruca (Afluente del Virilla), Portalón y Hatillos Nuevo y Viejo	Listas generales de Peces y de biodiversidad
Área de Conservación Tempisque (ACT)	Ríos de llanura, Humedales lacustres, estuarinos y palustres, Quebradas intermitentes	Humedal palustrino Mata Redonda, Humedal palustrino Corral de Piedra, Humedal lacustrino Río Cañas, Humedal Cipanci y Zapandí (Ríos Tempisque, Bolsón y Esteros), Laguna la Bolsa, Humedal Son zapote, Estero y Manglar Tamarindo, Estero Puerto Viejo, Quebrada Capulín.	
Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC)	Ríos, Quebradas de montaña	Río Genio (Afer), Río Oliver (Chaman)	Línea base de peces, Camarones, Macroinvertebrados acuáticos
Área de Conservación Tortuguero (ACTo)	Ríos, Canales naturales y artificiales, Lagos, Lagunas, Bosques inundados,		Aves acuáticas, Peces, Manatíes, Anfibios (+/-),

Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala nacional

Indicador 2.1. Área y grado de fragmentación del bosque ribereño

El bosque ribereño está concebido en los Incisos b) y c) del Artículo 33 de la Ley Forestal N° 7575, como Áreas de Protección. Estas áreas corresponden para los ríos, quebradas o arroyos en 10 m en zonas urbanas y 15 m en zonas rurales, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano y de 50 metros medidos horizontalmente si el terreno es quebrado. Para el caso de los cuerpos de agua lénticos, una zona de 50 metros medidos horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones.

La conservación de estas áreas es importante debido a las funciones que cumplen para los ecosistemas acuáticos, entre estas se pueden mencionar: mantenimiento de la humedad, microclimas y temperatura en las zonas inmediatas, retención de sedimentos y de contaminantes que pueden drenar de las áreas aledañas; proveen alimento a las especies que se encuentran dentro y fuera del ecosistema acuático (*e.g.*, frutas y hojas). La conectividad de las zonas ribereñas cumplen además, otras funciones de gran importancia, como lo es el desplazamiento de la vida silvestre de un parche de vegetación a otro, tanto en ambientes fragmentados como continuos. El desplazamiento de los animales entre un sitio y otro será más fácil, cuando la conectividad de los parches o hábitats sea mayor. Todo lo anterior genera una influencia marcada sobre la organización de la diversidad y la dinámica de las comunidades bióticas asociadas entre el ecosistema acuático y el terrestre.

Objetivo del indicador	Determinar el área y grado de fragmentación del bosque ribereño
Elementos Focales de Manejo	Ambientes lóticos
Categoría	Tamaño y Contexto paisajístico
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse y Priorizado
Número de verificadores	Uno (1)
Metodología	Análisis de mapas digitales de cobertura derivados de imágenes de Landsat TM u otro sensor de resolución espectral y espacial parecidas; determinación de áreas y grados de fragmentación usando SIG y software de ecología de paisajes.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Continuidad del bosque ribereño (conectividad estructural).

Metodología

Por medio de imágenes de sensores remotos o satelitales de cada una de las UED, se puede identificar y calcular el área del bosque ribereño y su continuidad. El análisis se puede realizar mediante la herramienta del Sistema de Información Geográfica (SIG) y software de ecología de paisajes, se puede calcular el área total del bosque ribereño en cada uno de los cuerpos de agua lóticos y el área conservada. Con ambos datos se puede calcular la tasa o porcentaje de bosque ribereño conservada por cuerpo de agua lótico y a su vez se pueden generar mapas para cada cuerpo de agua lótico y UED. Si no se cuenta con las imágenes, se tendrá que hacer la verificación en el campo.

Rango de variación permisible

	El área del bosque ribereño conservado es menor al 30%
	El área del bosque ribereño conservado está entre el 30 -50%
	El área del bosque ribereño conservado es mayor al 50% y presenta una conectividad continua

Indicador 2.2. *Grado del rompimiento del Continuum del cauce natural en las cuencas hidrográficas*

Las barreras físicas como represas y otro tipo de obras interrumpen el cauce natural del río. Una barrera física o una alteración del lecho del sistema acuático, distorsiona el *continuum* del sistema lótico, debido a que no permite la migración de ciertas especies de peces y crustáceos que requieren migrar aguas abajo de un río o viceversa para su reproducción o alimentación. En Costa Rica 135 especies de peces son reportados o se sospecha que son diádromos (es decir, requieren una migración entre agua dulce y salada) o potamódromos (es decir, migrar grandes distancias en agua dulce) (Bussing, 1998). El rompimiento del cauce, aísla las poblaciones de esas especies, dejando una población localizada aguas arriba de la barrera y otra población aguas abajo, sin permitir el intercambio genético entre ellas para su reproducción, esto en el tiempo provoca degeneración genética. Debido a lo anterior es necesario evaluar el número de cuerpos lóticos que tienen alguna barrera física o interrupción no natural en su cauce, para que en el futuro se pueda hacer una planificación nacional y regional por cuenca hidrográfica y por UED, de tal manera que las especies de peces o crustáceos con comportamiento migratorio, siempre encuentren la posibilidad de migrar aguas arriba o aguas abajo, en alguno de los tributarios de la cuenca hidrográfica.

Objetivo del indicador	Determinar el continuum del cauce natural de las cuencas hidrográficas
Elementos Focales de Manejo	Ambientes lóticos
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	tres (3)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Número y ubicación de represas por cuenca hidrográfica y por UED.
- Número de concesiones de extracción de material de cauce público por cuenca hidrográfica y por UED.
- Número de vados o caminos que atraviesan el lecho de un cuerpo de agua lótico por cuenca hidrográfica y por UED.

Metodología

Mediante la base de datos de la Dirección de Aguas, SETENA, y la Dirección de Geología y Minas, todas adscritas al MINAE, así como también del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) se pueden ubicar con coordenadas, todos aquellos proyectos que involucren la construcción de una represa, el desarrollo de proyectos de extracción de material en cauces de dominio público o de un vado en el lecho de los cuerpos de agua lótico. La información podrá ser analizada por medio de la herramienta informática SIG.

Se calculará el número de tributarios por cuenca hidrográfica y por UED con rompimiento del continuum del cuerpo de agua lótico con relación al total de cuerpos de agua lótico por cuenca hidrográfica y por UED para el cálculo de la tasa o del porcentaje del total. Finalmente se generaran mapas a nivel de las UED y nacional para ilustrar cada uno de los cuerpos de agua que tengan su cauce natural alterado o interrumpido.

Rango de variación permisible

	Más del 50% de los cauces presenta alguna obra
	Menos del 50% de los cauces presenta alguna obra
	El <i>continuum</i> del cauce natural no presenta ninguna obra

Indicador 2.3. Estado de la conservación de cuerpos lénticos

Los humedales, lagos y lagunas son ecosistemas lénticos de agua dulce de suma importancia, por su alta productividad, pero muy amenazados por las actividades antropocéntricas, incluyendo el cambio climático. Las especies de flora y fauna que habitan en estos ecosistemas están adaptadas a las condiciones características de cada cuerpo de agua y cualquier alteración altera todo el ambiente y tiene un impacto directo sobre los organismos acuáticos. Por lo tanto es importante evaluar el estado de conservación de los lagos, lagunas y humedales por cuenca hidrográfica y por UED.

Objetivo del indicador	Determinar el estado de conservación de los cuerpos lénticos
Elementos Focales de Manejo	Ambientes lénticos
Categoría	Tamaño, estructura y composición
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse y Priorizado
Número de verificadores	tres (3)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Número de sistemas lénticos que se encuentran bajo algún tipo de protección vs. los que no se encuentran protegidos.
- Número de sistemas lénticos que han reducido su tamaño (medido en la misma época del año) o que han desaparecido.
- Número de sistemas lénticos que han cambiado su estado trófico a un nivel inferior de calidad.

Metodología

Partiendo de la información generada en PREPAC (2005), en GRUAS II y con fotografías aéreas se pueden identificar y ubicar todos los cuerpos de agua lénticos por cuenca hidrográfica o por UED. Todos lagos, lagunas, humedales identificados se ubicarán en cada una de las Áreas de Protección haciendo uso de la herramienta informática SIG. A partir de esta información se determinarán el número de cuerpos de agua lénticos que están o no protegidos. Para determinar el número de cuerpos de agua que han desaparecido o perdido su área de espejo de agua se comparará el área del cuerpo de agua del último monitoreo con la imagen del monitoreo anterior para una misma época del año, mediante las herramientas de SIG. Con la información recopilada con el indicador local sobre el nivel trófico de los cuerpos de agua léntico, se determinará el número de cuerpos de agua lénticos que han cambiado su estado trófico a un nivel inferior de calidad.

Rango de variación permisible

	Protección	Área de espejo de agua	Estado Trófico
	Menos del 50% de los cuerpos lénticos por UD se encuentran protegidos	Reducción mayor al 50%	Cambio hacia dos niveles tróficos
	Más del 50% de los cuerpos lénticos por UD se encuentran protegidos	Reducción en un 10-50%	Cambio hacia un nivel trófico
	La totalidad de los cuerpos lénticos por UD se encuentran protegidos	Sin reducción o menor al 10%	Sin cambios

Indicador 2.4. Índice de Lista Roja para anfibios

Los anfibios pueden ser sensibles a las perturbaciones tanto en ambientes terrestres como acuáticos, esto debido a su ciclo de vida doble (terrestre-acuático), sus especializaciones y adaptaciones fisiológicas y sus requisitos específicos de microhábitat. Durante su estado acuático muchas larvas de anfibios están altamente especializadas para vivir en microhábitats acuáticos. Tales especializaciones pueden hacerlos susceptibles al mínimo cambio o alteración ambiental (Hartwell y Ollivier 1998). Para este grupo se han realizado esfuerzos importantes a nivel nacional con los diversos expertos para conocer el grado de amenaza que presenta cada una de las especies y la asignación de las respectivas categorías en las listas rojas.

Objetivo del indicador	Determinar el tamaño poblacional de los anfibios identificados en la lista roja
Elementos Focales de Manejo	Ambientes lénticos
Categoría	Estructura y composición
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	Uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Tasa de cambio en el índice de la lista roja de anfibios.

Metodología

Se empleará la metodología propuesta por la UICN para la asignación de las especies a categorías de amenazas para el cálculo del Índice de Lista Roja (Butschart *et al.* 2005); proceso que se lleva a cabo en estrecha colaboración de los especialistas nacionales y regionales en este grupo y será el insumo para la aplicación de este indicador.

Rango de variación permisible

Los ámbitos indicados en el cuadro a continuación se refieren a los valores establecidos durante el periodo de línea base y deben de ser ratificados en su momento con los respectivos expertos.

Tasa de cambio en el índice de la lista roja de anfibios	
	Aumento en la categoría de amenaza por arriba del 20% de las especies
	Aumento en la categoría de amenaza entre el 0 – 20% de las especies
	Los valores se mantienen o mejoran para todas las especies

Indicador 2.5. *Índice de Lista Roja para aves acuáticas*

Las aves acuáticas pertenecen a varios diferentes órdenes y diversas familias de aves, incluyendo patos, gansos, garzas, chorlitos, playeros, entre otros. Incluyen tanto aves marinas como de estuarios y de agua dulce, y hay especies que pueden moverse entre los tres ambientes. Muchos aspectos ecológicos de las aves acuáticas han hecho que sean utilizadas como bioindicadores. Las aves acuáticas han demostrado en varios países, donde han sido utilizadas como indicadores que muestran variaciones ambientales tanto a corto (meses) como a largo plazo (años), tanto a nivel de especie como a nivel de comunidad (Amat y Green 2010). El uso de las aves como indicadoras de cambios ambientales se fundamenta en que debido a su posición en la escala trófica se verán afectados por una gran variedad de factores. Debido a los esfuerzos de diferentes grupos de ornitólogos, tanto profesionales como aficionados, se han realizado conteos de aves acuáticas en diversos ambientes acuáticos del país y se cuenta con información sobre el grado de amenaza que presenta cada una de las especies y la asignación de las respectivas categorías en las listas rojas.

Objetivo del indicador	Determinar el tamaño poblacional de las aves acuáticas identificadas en la lista roja
Elementos Focales de Manejo	Ambientes lénticos
Categoría	Estructura y composición
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse y Priorizado
Número de verificadores	Uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Tasa de cambio en el índice de la lista roja de aves acuáticas.

Metodología

La de la UICN para la asignación de las especies a categorías de amenazas para el cálculo del Índice de Lista Roja (Butchart *et al.* 2005); proceso que se lleva a cabo en estrecha colaboración de los especialistas nacionales y regionales en este grupo y será el insumo para la aplicación de este indicador.

Rango de variación permisible

Los ámbitos indicados en el cuadro a continuación se refieren a los valores establecidos durante el periodo de línea base y deben de ser ratificados en su momento con los respectivos expertos.

Tasa de cambio en el índice de la lista roja de anfibios	
	Aumento en la categoría de amenaza por arriba del 20% de las especies
	Aumento en la categoría de amenaza entre el 0 – 20% de las especies
	Los valores se mantienen o mejoran para todas las especies

Protocolos de implementación para indicadores a escala local

Indicador 2.6. Calidad del agua en ambientes lóticos

La alteración de la calidad natural del agua de cualquier ecosistema acuático, provoca un desequilibrio de todo el medio natural. Una de las afectaciones mayores que tienen los cuerpos de aguas superficiales del país, es la contaminación de sus aguas, las cuales al escurrir aguas abajo en las cuencas hidrográficas alteran cualquier área, incluyendo áreas conservadas. El cambio en la calidad natural del agua de cualquier ecosistema acuático, tiene un efecto en la diversidad y además provoca perturbaciones en las comunidades acuáticas al afectar negativamente a las especies sensibles y favorecer a las que son tolerantes a la variación de ciertos parámetros ambientales, como el oxígeno, el pH, la temperatura, la cantidad de sedimentos, entre otros. Esto hace necesario, que se mida el grado de contaminación y por ende, la calidad del agua.

Objetivo del indicador	Determinar la calidad del agua en ambientes lóticos
Elementos Focales de Manejo	Ambientes lóticos
Categoría	Condición
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Índice biótico BWMP-CR.
- Índice holandés de calidad de agua.

Metodología

Para este indicador existen varios verificadores, tales como diversos índices, tanto físico-químicos, microbiológicos, biológicos y multimétricos. Para esta propuesta se proponen dos verificadores que podrán ser monitoreadas en cualquiera de los ambientes lóticos del país:

- índice biótico BWMP-CR
- índice holandés de calidad de agua

El índice BWMP-CR se calcula en base a las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en un sitio y está definido para Costa Rica en el Decreto Ejecutivo N° 33903-MINAE-S (2007) del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (detallado en el Marco Conceptual del Apartado 3). El BWMP-CR da un valor de tolerancia a los organismos a nivel de familia, independientemente de la cantidad de individuos o especies encontradas de cada familia. La sumatoria de cada uno de los valores de tolerancia determina el valor del índice y la clasificación de las aguas según este valor establece la clase y la calidad del agua.

Cuadro 5. Nivel de calidad de agua con su respectivo valor de índice biológico BWMP para Costa Rica y color

NIVEL DE CALIDAD	BMWP-CR	COLOR
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas	<15	Rojo

El índice holandés (detallados en el Marco Conceptual del Apartado 3) (MINAE-S 2007) se basa en tres parámetros físico-químicos: el porcentaje de Oxígeno Disuelto (OD), el Nitrógeno Amónico (N-NH₄) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). El resultado de la clasificación de la calidad se obtiene por medio de la suma de los puntos correspondientes en cada uno de los ámbitos respectivos de cada una de los parámetros. La suma obtenida de puntos se traslada seguidamente a un código de colores con el cual queda clasificada la calidad del agua del cuerpo receptor de acuerdo al grado de contaminación.

Cuadro 6. Asignación de clases de calidad del agua según el Sistema Holandés de codificación por colores, basado en valores de PSO, DBO y nitrógeno amoniacal.

CLASE	SUMATORIA DE PUNTOS	COLOR	INTERPRETACIÓN DE CALIDAD
1	3	AZUL	Sin contaminación
2	4 – 6	VERDE	Contaminación incipiente
3	7- 9	AMARILLO	Contaminación moderada
4	10 - 12	NARANJA	Contaminación severa
5	13 - 15	ROJO	Contaminación muy severa

Para medir el Índice BWMP-CR, se debe seleccionar un sitio de fácil acceso en el cuerpo de agua lótico, el cual debe tener la mayor representatividad de microhabitats posible, tomando en cuenta los diferentes sustratos (rocas, piedras, grava, arena, materia orgánica, vegetación sumergida, etc.) y condiciones de corriente (rápidos vs. pozas). Los muestreos de macroinvertebrados para el cálculo del índice BWMP-CR se deben de realizar en forma cualitativa, siguiendo el método de recolecta directa, mediante un muestreo sistemático tipo multi-hábitat con el fin de obtener una muestra lo más representativa posible de las familias de macroinvertebrados presentes en el sitio. Este método consiste en recolectar los organismos directamente en el campo desde el sustrato, removiendo el fondo del río y capturando los organismos con de una red tipo D de 500 µm. El esfuerzo de muestreo en cada sitio será de dos horas. Los organismos se recolectaran por medio de pinzas sobre una bandeja blanca y se preservan inmediatamente en alcohol al 70%. Para el muestreo se deben tomar en cuenta los diferentes microhábitats presentes (distintos sustratos, condiciones de profundidad, etc.). No es necesario realizar muestreos de abundancia (métodos cuantitativos), debido a que el índice se basa únicamente en la presencia de las familias y no en la cantidad de individuos. Los organismos recolectados posteriormente serán identificados en el laboratorio, mediante la literatura correspondiente. Los resultados obtenidos mediante el índice BWMP-CR se deberán presentar según lo establecido en el reglamento Decreto N° 33903-MINAE-S (2007).

*En el Índice holandés la toma de las muestras para los análisis fisicoquímicos se deberá realizar en el mismo sitio en donde se recolecten macroinvertebrados. El oxígeno disuelto se debe medir *in situ* en el sitio de estudio. La toma de muestras para el DBO y el N-NH4 se realizará según lo establecido en el reglamento Decreto N° 33903-MINAE-S (2007). Es importante asegurarse que el equipo esté debidamente calibrado según las instrucciones en el manual de cada uno de los aparatos. Los valores obtenidos se anotarán en una libreta de campo con plumas de tinta de china o lápiz para asegurarse que las anotaciones no se borren en caso que se moja la libreta.*

Consideraciones generales

- Antes de llevar a cabo el muestreo de macroinvertebrados es recomendable realizar las mediciones físico-químicas del agua, con el fin de evitar una alteración de la calidad del agua debido al disturbio ocasionado por el muestreo con la red.

- Los muestreos se podrán realizar en ambas épocas (seca – lluviosa), sin embargo, no se recomienda tomar muestras mientras haya lluvias fuertes, tampoco poco después de que hubo una fuerte crecida.
- A partir de la información obtenida se podrán construir mapas con códigos de colores (indicados en el cuadro 6 del reglamento) con el fin de visualizar los resultados y observar cambios en el tiempo.

Rango de variación permisible

	Disminución de dos categorías de calidad
	Disminución de una categoría de calidad
	Categoría de calidad se mantiene o mejora

Indicador 2.7. Calidad del hábitat en ambientes lóticos

Los ríos en Costa Rica están constantemente sometidos a alteraciones de sus cuencas y riberas lo que ocasiona un desequilibrio en los ecosistemas acuáticos, sobre todo en su estado ecológico. La evaluación de la calidad del hábitat se basa en medir las condiciones en que se encuentran las características físicas de un cuerpo de agua, tales como cauce, vegetación ribereña, estabilidad de los márgenes, sustrato, profundidad, velocidad y cantidad de sedimentos (Barbour et al. 1999), así como la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan. Por tanto la evaluación de la calidad del hábitat surge como respuesta a la necesidad de caracterizar y clasificar los cauces de los ríos con base al estado ecológico y de la conservación de los ríos de Costa Rica.

Objetivo del indicador	Determinar la calidad del hábitat en ambientes lóticos
Elemento Focal de Manejo	Ambientes lóticos
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Índice de calidad de hábitat, basado en los protocolos de evaluación biológica rápida.

Metodología

Existen varios métodos para evaluar la condición biológica del hábitat de los ríos, dentro de los cuales se pueden mencionar algunos índices como: Índice QBR (por sus siglas en catalán Qualitat del Bosc de Ribera, en inglés Riparian Forest Quality) (Munné et al. 2003), Índice de hábitat fluvial (IHF) (Pardo et al. 2002), Índice RHS (por sus siglas en inglés, River Habitat survey) (Raven et al. 1998). Para esta propuesta se propone:

- Índice de calidad de hábitat, basado en los protocolos de evaluación biológica rápida (Rapid Bioassessments Protocols, RBP, por sus siglas en inglés) (Barbour et al. 1999).

Metodología

Se debe seleccionar un sitio de fácil acceso en el cuerpo de agua lótico, el cual debe tener la mayor representatividad de hábitats posible. En cada sitio se evaluará y caracterizará la calidad del hábitat mediante la planilla del cuadro 3. La evaluación consiste en asignar puntajes de 0 a 20 a diez parámetros, tales como estabilidad de las orillas, la alteración del canal, la heterogeneidad del hábitat, condición interna, la zona de ribera, calidad del substrato, cobertura de vegetación acuática y ribereña. La sumatoria de cada parámetro determina el valor del RBP y la calidad del hábitat (Cuadro 4).

Es importante que al iniciar la implementación de la metodología para evaluar la calidad del hábitat, que los responsables de la toma de datos sean entrenados con la finalidad de calibrar entre todos las puntuaciones que se darán a cada parámetro. Además se recomienda que la toma de datos sea realizado por la misma persona, para evitar variaciones en el tiempo, esto debido a criterios subjetivos.

Cuadro 7. *Asignación de clases de calidad del hábitat según el Protocolo de Evaluación Biológica Rápida*

NIVEL DE CALIDAD	RBP	COLOR
Buena	150 – 200	Azul
Regular	100-149	Verde
Mala	50 -99	Amarillo
Muy Mala	0 – 49	Rojo

Rango de variación permisible

	Disminución en dos o más categorías de calidad
	Disminución de una categoría de calidad
	Categoría de calidad se mantiene o mejora

Cuadro 8. Planilla para evaluar y caracterizar la calidad de hábitat en ríos (Modificada de Barbour et ál. 1999).

Parámetro	Óptimo	Subóptimo	Marginal	Pobre
1. Heterogeneidad de sustratos disponibles para la epifauna	Más de 70% del sustrato es estable y puede ser colonizado por la epifauna (El trecho presenta una mezcla de piedras, troncos sumergidos o superficiales o cualquier otro sustrato estable)	Entre 40 y 70% del sustrato es estable. Además, existe un sustrato nuevo aun sin condiciones para ser habitado	Entre 20 y 40% del sustrato es estable. Frecuentemente perturbado o removido	Menos de un 20% del sustrato es estable. Ausencia de hábitats adecuados.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2. Empotramiento del sustrato	Entre 0 y 25% de la superficie de rocas, piedras y grava está rodeada de sedimento fino.	Entre 25 y 50% de la superficie de rocas, piedras y grava rodeadas de sedimento fino	Entre 50 y 75% de la superficie de rocas, piedras y grava rodeadas de sedimento fino	Más de un 75% de la superficie de rocas, piedras y grava rodeadas de sedimento fino
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3. Relación profundidad y velocidad	El trecho del río presenta las cuatro combinaciones siguientes: a) lento/profundo, b) lento/bajo, c) rápido/profundo, d) rápido/bajo	Sólo tres combinaciones. La ausencia de rápido/bajo determina el menor puntaje	Sólo dos combinaciones. La ausencia de rápido/bajo y lento/bajo determina el menor puntaje	Una sola combinación presente. Usualmente lento/profundo)
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4. Depósito de sedimentos	Ausencia de islas o bancos de arenas. Menos del 5% del fondo afectado por la deposición de sedimentos	Reciente y escasa formación de bancos de piedras, arena o sedimento fino. Entre el 5 y el 30% del fondo afectado por la deposición de sedimentos; ligera deposición en los pozos	Deposición moderada de grava, arena o sedimento fino sobre bancos viejos y nuevos. Entre 30 y 50% del fondo afectado. Sedimento sobre obstrucciones, constricciones y recodos. Moderada deposición en pozos.	Grandes depósitos de material fino. Muchos bancos. Más del 50% del fondo cambia con frecuencia. Pozos casi ausentes debido a la gran deposición de sedimentos.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5. Estado del cauce de flujo	El nivel del agua alcanza la base de las márgenes y la exposición del sustrato de fondo es mínima.	El agua sólo cubre el 75% del cauce o menos del 25% del sustrato de fondo queda expuesto.	El nivel del agua cubre entre el 25 y 75% del cauce y queda expuesta la mayor parte del sustrato de los rápidos	Muy poca agua sobre el cauce y la mayoría como pozos.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
6. Alteración del cauce	Ausencia o mínima presencia de canalización o dragado. Corriente con cauce normal.	Cierta canalización presente por puentes. Evidencia de canalización actual o pasada	Canalización extensiva. Diques u otras estructuras presentes en ambas márgenes. Entre el 40 y 80% del trecho del río canalizado y alterado.	Márgenes protegidas con gabiones o cemento. Más del 80% del trecho del río canalizada y alterado. Los hábitats internos eliminados totalmente.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
7. Frecuencia de rápidos	Ocurrencia de rápidos relativamente frecuente. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río es < 7 (generalmente 5 o 7).	Ocurrencia de rápidos poco frecuente. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río se encuentra entre 7 y 15.	Ocurrencia ocasional de rápidos. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río se encuentra entre 15 y 25.	Por lo general el agua corre sin interrupción o rápidos muy bajos. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río es mayor a 25.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8. Estabilidad de las Márgenes	Márgenes estables. Ausencia de erosión o desprendimientos. Poca posibilidad de problemas futuros. Menos del 5% de la margen está afectada	Estabilidad moderada. Pequeñas áreas de erosión. Entre 5 y 30% de las márgenes del trecho tiene áreas de erosión.	Inestabilidad moderada Entre 30 y 60% de las márgenes del trecho tiene áreas de erosión. Posibilidad de fuerte erosión durante las crecidas.	Inestabilidad completa. Áreas muy erosionadas. Frecuencia de áreas despejadas en trechos rectos y recodos. Entre 60 y 100% de las márgenes del trecho erosionadas.
Puntos:	Margen Izquierda 10 5	8 7 6	5 4 3	2 1 0
Puntos:	Margen Derecha 10 5	8 7 6	5 4 3	6 1 0
9. Vegetación protectora de las riberas	Más del 90% de las márgenes y la zona ribereña está cubierta por vegetación nativa incluyendo árboles, arbustos, macrofitas. Vegetación tupida natural.	Entre el 70 y 90% de las márgenes cubiertas por vegetación nativa. Vegetación algo abierta.	Entre el 50 y 70% de las márgenes cubiertas por vegetación nativa. Vegetación abierta.	Menos del 50% de las márgenes cubiertas por vegetación nativa.
Puntos:	Margen Izquierda 10 5	8 7 6	5 4 3	2 1 0
Puntos:	Margen Derecha 10 5	8 7 6	5 4 3	6 1 0
10. Amplitud de la vegetación ribereña	Extensión de la vegetación ribereña mayor a 18 m y sin impacto antrópico.	Extensión de la vegetación ribereña entre 12 y 18 m y un mínimo impacto antrópico	Extensión de la vegetación ribereña entre 6 y 12 m y un impacto antrópico evidente.	Extensión de la vegetación ribereña menor a 6 m. Poca o ninguna vegetación debido a un fuerte impacto antrópico.
Puntos:	Margen Izquierda 10 5	8 7 6	5 4 3	2 1 0
Puntos:	Margen Derecha 10 5	8 7 6	5 4 3	6 1 0
Total				

Indicador 2.8. Condición de las comunidades ícticas

Los peces son el grupo más numeroso de los vertebrados y representan un grupo sumamente diverso en ambientes de aguas continentales. Este grupo es utilizado en programas de monitoreo como bioindicadores debido a que su ciclo de vida es largo, están presentes a distintos niveles tróficos y su relativamente fácil identificación en el campo. Su posición en la parte más alta de la cadena alimenticia acuática proporciona una visión integradora del medio ambiente, además de la posibilidad de evaluar efectos de toxicidad aguda (mortandad masiva), estrés (crecimiento deprimido, éxito reproductivo) y contaminación (malformaciones). Otra razón para evaluar la condición de las comunidades de peces es la presencia de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, protegidas y no protegidas en los ambientes lóticos. La mayoría de estas especies han sido afectadas principalmente por la reducción del hábitat, como consecuencia de la deforestación y la fragmentación de los bosques. En Costa Rica ningún pez está dentro del Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre, sin embargo, hay muchas especies que se encuentran dentro de las listas oficiales del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Objetivo del indicador	Determinar la condición de las comunidades ícticas en ambientes lóticos
Elemento Focal de Manejo	Ambientes lóticos
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse y Priorizado
Número de verificadores	cuatro (4)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir
Observaciones	Este indicador podrá ser utilizado en ecosistemas lóticos que se encuentren a altitudes por debajo de los 1500 msnm, por arriba de esta altitud la distribución de las especies es menor

Verificadores

- Riqueza y abundancia relativa de especies
- Presencia y abundancias de especies con distribución restringida
- Presencia y abundancia relativa de especies exóticas
- Presencia de malformaciones, parásitos y daños físicos.

Metodología

Existen varios métodos para realizar los muestreos de peces y éstos dependen en gran medida de las características de cada ambiente acuático. A continuación se recomiendan tres, la selección de uno dependerá de las condiciones de cada río; también se puede utilizar una combinación de estos métodos:

- Método de red de atarraya o chinchorro: Se capturan los peces por un período de 15 min. por personas experimentadas en el uso de estas redes.
- Método de electropesca: este método se recomienda en ríos y arroyos someros. La captura se podrá realizar durante un período de 20 min. La electropesca deberá ser operado por una persona entrenada en el uso de este equipo y se debe contar con la ayuda de uno o dos asistentes para recolectar los peces con redes de mano (cachadores).
- Método visual (buceo con mascarilla): este método es complementario y se recomienda implementarlo en aguas claras y limpias, en especial en las pozas de los ríos. Sin embargo, en este caso, el observador debe contar con un alto nivel de experiencia en la identificación de las especies.

Todos los peces capturados deberán ser almacenados en baldes o canastas (dentro del río) mientras que se termine el muestreo para su identificación en el sitio, conteo y luego ser liberados. En caso de tener dudas de identificación, se deberá preservar el espécimen con el fin de consultar a un especialista. Finalmente, se recomienda llevar un registro fotográfico de las especies encontradas, mediante una pequeña pecera o con una cámara subacuática.

Ámbito de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa		Malformaciones, parásitos y daños físicos
		Especies con distribución restringida	Especies Exóticas	
	Disminución por arriba del 50%	Disminuye por arriba del 10%	Mayor o igual al 20%	Mayor o igual al 10% de todos los peces capturados
	Disminuye entre 10 y 50 %	Disminuye entre 0 – 10%	Menor del 20%	Menor al 10 % del total de peces capturados
	Disminuye menos del 10% o los valores se mantienen o mejoran	Los valores se mantienen o mejoran	Sin especies exóticas	Sin registros

Indicador 2.9. Condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son uno de los grupos más utilizados como bioindicadores en ambientes de aguas continentales en todo el mundo, debido a que los métodos de muestreo son sencillos y de bajo costo. Son organismos de ciclos de vida relativamente largos, además de ser bastante sedentarios, por lo que permiten una evaluación espacial y temporal del disturbio o alteración de su medio. Debido a gran diversidad y su amplia distribución los macroinvertebrados pueden ser utilizados como indicadores en prácticamente cualquier ambiente de agua dulce, especialmente ríos y quebradas, desde el nivel del mar hasta las áreas montañosas más altas del país, así como en ambientes acuáticos altamente contaminados.

Objetivo del indicador	Determinar la condición de las comunidades macroinvertebrados en ambientes lóticos
Elemento Focal de Manejo	Ambientes lóticos
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse y Priorizado
Número de verificadores	tres (3)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Riqueza y abundancia relativa de especies.
- Presencia y abundancia de especies con distribución restringida.
- Presencia y abundancia relativa de especies exóticas.

Metodología

Existen muchos métodos para la recolecta de macroinvertebrados acuáticos; para cumplir el objetivo de monitoreo y para mayor facilidad y evitar la duplicidad de esfuerzos, se recomienda utilizar la misma metodología que fue descrita en el indicador calidad de agua para el verificador BMWP-CR. Sin embargo, es completamente factible adaptar cualquier otra metodología para el monitoreo de macroinvertebrados, siempre y cuando esta se estandariza y se mantiene igual durante todos los muestreos para poder realizar las comparaciones a través del tiempo. Es de especial importancia que se mantienen constantes el tiempo de muestreo y la cantidad de personas que realizan el mismo, para garantizar la estandarización del esfuerzo de muestreo. El equipo que se debe utilizar incluye redes (red tipo D, coladores), pinzas entomológicas suaves, bandeja blanca y lupas. Los organismos recolectados se preservan en alcohol etileno de 70-80%. Para facilitar la identificación se podrán generar guías ilustradas locales de la fauna de macroinvertebrados.

Rango de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa	
		Especies con distribución restringida	Especies Exóticas
	Disminución por arriba del 50%	Disminuye por arriba del 10%	Mayor o igual al 20%
	Disminuye entre 10 y 50 %	Disminuye entre 0 – 10%	Menor del 20%
	Disminuye menos del 10% o los valores se mantienen o mejoran	Los valores se mantienen o mejoran	Sin especies exóticas

Indicador 2.10. Estado trófico en lagos y lagunas

El estado trófico de un cuerpo de agua léntico se basa en los siguientes niveles tróficos: oligotrófico, mesotrófico y eutrófico; y cada uno determina el grado de eutrofización de un ecosistema acuático. La eutrofización es el proceso de cambio de un estado trófico a otro de nivel superior, por adición de nutrientes (Roldán y Ramírez 2008), debido al aporte masivo de nutrientes y materia orgánica en un ecosistema acuático. La eutrofia conlleva a la alteración temporal de las condiciones y las características del sistema, sobre todo en su composición biótica, física y química. La eutrofización y el deterioro de la calidad de las aguas de los lagos, lagunas y humedales es uno de los problemas ambientales más importantes a nivel global. Por lo que la clasificación de los ecosistemas lénticos basado en el estado trófico actual, es necesaria para establecer el grado de eutrofización de estos ecosistemas en Costa Rica.

Objetivo del indicador	Determinar el estado trófico en lagos y lagunas
Elemento Focal de Manejo	Lasgos y lagunas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse y Priorizado
Número de verificadores	uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificador

- Índice Trófico de Carlson.

Metodología

El estado trófico de un cuerpo de agua se puede obtener a partir de la transformación de la transparencia la cual es medida con el disco de Secchi (DS), mediante la siguiente fórmula: $IET (DS) = 10 (6 - \log_2 DS)$. El Disco Secchi es un disco metálico con un tamaño estándar de 20 cm de diámetro, dividido en cuatro franjas, dos de color negro y dos de color blanco y sujeto a una cuerda graduada en centímetros.

En cada sitio de muestreo se tomará la distancia del Disco Secchi en metros, esto se hace introduciendo en el agua el disco y dejándolo caer hacia el fondo hasta que el observador lo pierda de vista y luego lo sube hasta que reaparezca. La distancia a la cual aparece de nuevo a la vista del observador se conoce como distancia Secchi y a partir de esta medida se podrá calcular el índice, introduciendo el valor en la fórmula (Carlson 1977, Roldán y Ramírez 2008).

Rango de variación permisible

	Disminución de dos categorías de calidad
	Disminución de una categoría de calidad
	Categoría de calidad se mantiene o mejora

Indicador 2.11. *Condición de las comunidades de macrófitas en ambientes lénticos*

Las macrofitas son plantas que crecen en la zona litoral de lagos, humedales, embalses y ríos, ya sea sobre la superficie del agua (flotantes o emergentes) o sumergidas. Las plantas acuáticas contribuyen a la salud y diversidad general de los cuerpos de agua; además sirven de alimento para otros organismos acuáticos y proveen hábitats para diversas especies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos y macroinvertebrados. La estructura de una comunidad de macrófitas está definida por la composición y abundancia de las especies que la componen y son el reflejo de los factores históricos y de las condiciones ambientales que allí prevalecen. El uso de la condición de las comunidades de macrófitas se considera importante debido a la capacidad que tienen de responder a la contaminación acuática. El monitoreo de la diversidad y abundancia de las macrófitas es un método para determinar el estado de la conservación de los cuerpos de agua lénticos y los procesos de eutrofización (Kiersch *et al.* 2003).

Objetivo del indicador	Determinar el estado de las comunidades de macrofitas en ambientes lénticos
Objetos de conservación	Ambientes lénticos
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Riqueza de especies.
- Abundancia relativa de especies invasoras.

Metodología

Identificar las estaciones de muestreo que sean representativas de la diversidad de hábitats existentes y de los posibles impactos humanos debido a las actividades humanas y/o usos existentes en el cuerpo de agua o en zonas circundantes. La caracterización de los hábitats debe incluir: tipo de sustrato, profundidad, condiciones de luz y tipo de vegetación de la ribera. Si los cuerpos de agua son grandes habrá que identificar varias estaciones de muestreo. Para la toma de datos y muestras se recomiendan los siguientes métodos:

- *Transectos*: en cada estación de muestreo se harán transectos ubicados desde la orilla hacia el centro del espejo de agua de 100 m de largo y 0.5 m de ancho, los cuales se recorrerán extrayendo las plantas mediante ganchos o rastrillos para su identificación. Anotar como mínimo las características del sustrato y la profundidad inicial y final.
- *Parcelas*: en cada estación de muestreo se ubicaran al azar parcelas de 1m² a lo largo de un tramo de 100 m ubicado paralelamente a la orilla del cuerpo de agua, en cada parcela se anotará la profundidad y las características del sustrato.

Todas las plantas recolectadas se identificarán in situ y se anotará su abundancia y porcentaje de cobertura. Si se requiere identificar la especie en un laboratorio, se almacenarán en bolsas de plástico herméticas debidamente rotuladas. La abundancia y porcentaje de cobertura se hará según una escala de 1 rara (individuos aislados), 2 ocasional (1-10%), 3 frecuente (10-50%), 4 abundante (50-70%) y 5 muy abundante (>70%).

El uso de un visor puede facilitar la observación de la distribución y cobertura de las especies. Es importante anotar las coordenadas de inicio y final de cada transecto o parcela. Se considera recomendable anotar

información como color del agua, morfología de las orillas, tipo de vegetación en las orillas, turbidez o transparencia.

Rango de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa especies invasoras
	Disminución por arriba del 50%	Aumento mayor al 50%
	Disminuye entre 10 y 50 %	Aumento entre el 21 – 50%
	Disminuye menos del 10% o los valores se mantienen o mejoran	Aumento del 0 - 20%

Indicador 2.12. Condición de las comunidades de aves acuáticas en ambientes lénticos

Las comunidades de aves acuáticas se definen con base en la estructura y composición de las especies locales y migratorias. Las comunidades de aves de los ecosistemas lénticos pueden ser afectadas por la deforestación y modificación ambiental de los paisajes. Las aves acuáticas han demostrado una respuesta negativa a nivel de especie y comunidad, cuando hay alteraciones ambientales en el ecosistema acuático, debido a la alta relación entre las aves acuáticas y los factores bióticos y abióticos. No obstante, las aves también pueden causar alteraciones en los hábitats acuáticos (e.g. modificación en las cadenas alimenticias y re-suspensión de sedimentos). Por lo que el uso de la condición de la comunidad de las aves se fundamenta bajo el principio que es susceptible a ciertos cambios físicos, químicos y biológicos en los ecosistemas lénticos.

Objetivo del indicador	Determinar las condiciones de las comunidades de aves acuáticas en ambientes lénticos.
Elemento Focal de Manejo	Ambientes lénticos
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Metodología	Análisis de imágenes satelitales y mediciones de campo.
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Falta por definir

Verificadores

- Riqueza de especies.
- Número y abundancia relativa de especies que se encuentren protegidas por la legislación vigente o dentro de la lista roja de la UICN o CITES.

Metodología

Debido a que diferentes grupos de aves (incluyendo las aves coloniales, las aves de pantano, los patos, los chorlitos o playeros), tienen protocolos específicos para su monitoreo, es necesario establecer, en conjunto con los especialistas del grupo, la metodología a implementar para cada sitio en particular.

Rango de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa especies protegidas
	Alguna especie no se observa en dos o más ocasiones	Disminución por arriba del 20%
	Alguna especie no se observa en una ocasión.	Disminución entre el 0 – 20%
	Los valores se mantienen o mejoran	Los valores se mantienen o mejoran

Ámbito marino costero⁴

Para el ámbito marino costero, se diseñaron tres indicadores a escala nacional y once a escala local. Los indicadores fueron diseñados en función de tres Elementos Focales de Manejo:

- Áreas Marino costeras
- Tortugas marinas
- Arrecifes de coral

Recuadro 5. Indicadores para el ámbito marino-costero

Escala nacional

Indicador 3.1. Área y cobertura actuales dentro y fuera de las ASP marino-costeras o con componente marino-costero.

Indicador 3.2. Índice de lista roja de las aves marino costeras.

Indicador 3.3. Efectividad de manejo de las Áreas Protegidas Marino-costeras.

Escala local

Indicador 3.4. Área física disponible como sitio de anidamiento para tortugas marinas.

Indicador 3.5. Número de hembras anidadoras de tortugas marinas.

Indicador 3.6. Número de nidos de tortugas marinas por temporada y por especie

Indicador 3.7. Porcentaje de eclosión de nidadas de tortugas marinas en playa

Indicador 3.8. Temperatura de incubación para el anidamiento de tortugas marinas

Indicador 3.9. Porcentaje de cobertura de coral

Indicador 3.10. Cobertura de Macroalgas en formaciones coralinas.

Indicador 3.11. Presencia del erizo Diadema en formaciones coralinas.

Indicador 3.12. Densidad de peces en formaciones coralinas.

Indicador 3.13. Densidad de macroinvertebrados móviles en formaciones coralinas.

Indicador 3.14. Complejidad Arrecifal

Objetivo del monitoreo en el ámbito marino-costero

Conocer el estado de conservación de poblaciones de especies seleccionadas y ecosistemas marino costeros, permitiendo determinar de forma temprana impactos de diferentes amenazas y si las acciones de manejo y conservación que se tomen están siendo efectivas

⁴ Los indicadores nacionales y locales de este ámbito están basados en el Apéndice 5 y 6. En algunos casos, los editores modificaron los indicadores para poderlos ajustar a los requerimientos y alcances del PROMEC-CR.

Priorización de indicadores

Del total de indicadores, en el caso de los que corresponden con la escala nacional, se priorizaron los tres que hay. No obstante, hay que tener presente la complementariedad que existe entre el 3.1 y el 1.1 (áreas y grado de fragmentación) y del 3.3. y el 1.3. (efectividad de manejo de las áreas protegidas del país). En cuanto a la escala local, se priorizaron aquellos indicadores que brindaran un panorama general sobre el estado de los Elementos Focales de Manejo propuestos y que además resultan relativamente sencillos de medir (3.5, 3.9 y 3.12).

Cuadro 9. Priorización de indicadores del ámbito marino costero a escala nacional y local

Escala Nacional	Escala Local
Indicador 3.1. Área y cobertura actuales dentro y fuera de las ASP marino-costeras o con componente marino-costero.	Indicador 3.5. Número de hembras anidadoras de tortugas marinas.
Indicador 3.2. Índice de lista roja de las aves marino costeras.	Indicador 3.9. Porcentaje de cobertura de coral.
Indicador 3.3. Efectividad de manejo de las Áreas Protegidas Marino-costeras.	Indicador 3.12. Densidad de peces en formaciones coralinas.

Priorización de sitios pilotos a escala nacional y local

Cuadro 3. Playas de anidación de tortugas marinas: Validación de factibilidad de implementación de gerentes de áreas silvestres protegidas y enlaces del programa marino de SINAC

Elemento Focal de Manejo:		Playas de Anidación (Tortugas)									
Categoría (IIE)	Atributo	Indicador	Número de personas necesarias simultáneamente en campo	Tipo de capacitación complementaria (en caso de ser necesaria)	Periodo (meses y año) de capacitación, básica	Periodo (meses y año) de capacitación <u>complementaria</u> , en caso de ser necesaria	Otras condiciones necesarias para ejecutarlo	Frecuencia del muestreo	Adquisición del equipo	Factibilidad general (actualmente)	Factibilidad general (luego de capacitación)
Tamaño	Reproducción	Área disponible para anidamiento	1) Voluntariado coordinado por adiestrados de ASPs y apoyado por enlaces marinos 2) Apoyo municipales	1) Documentar las experiencias de limpieza de playas de otras ASPs para hacer una inducción (como hacer, donde disponer materiales, etc.) 2) Debe desarrollarse un plan de trabajo para definir acciones	1) Dos etapas: la primera una vez al año informar a los administradores de ASPs y la segunda la inducción del equipo de trabajo al inicio de temporada		1) Que pasa si las playas son extensas como Tortugero que son 22 millas de playa. 2) Definir playa en caso de Caribe que se está perdiendo. 3) Definir dentro de SINAC quien debería tener la responsabilidad de ejecutar el PROMEC 4) Definir si legalmente es voluntario o algún otro	La limpieza dependerá de cada playa, en varias áreas es baja pero en otras es baja. Hay que definir en qué zonas si es posible y que no	Poca	Reto es el tiempo del personal disponible	

							coordinador				
Tamaño	Reproducción	Número de hembras anidadas Escenario o DOS	dos personas	Capacitación sobre especies, rastros, selección de personas aptas para la recibir la capacitación e implementar	Debe darse la capacitación previa a temporada en las playas con tortugas. Refrescamiento			día y medio como mínimo, recomendable todos los días	salveque, cinta métrica, cámara, binóculos, ropa, libreta de campo contra agua, GPS	media alta	Alta
Tamaño	Reproducción	Número de nidadas por temporada	6-9 personas por temporada	Inducción constante, personal disponible en la áreas para transmitir la forma de trabajo	constante				todo lo definido en proyectos de tortugas, hasta armas	baja ya que se necesita capacitación, personal, equipo durante el pico de la temporada	Baja
Tamaño	Reproducción	Fertilidad de las nidadas	Mínimo por seguridad 3 personas	Inducción en la exhumación, guantes bolsas, frascos, mascarillas, equipo de disección	Antes de la temporada, por especie			30 nidos por temporada	Inducción en la exhumación, guantes bolsas, frascos, mascarillas, equipo de disección	Baja, para ACOPAC es media	Baja, parra ACOPAC es alta
Estructura y Composición	Desarrollo Embrionario	Temperatura de incubación	Mínimo por seguridad 3 personas	data loggers, focos, radios, guantes, libreta de campo, GPS, tableta	Inducción para GPS, uso e interpretación de data loggers,			27 nidos	data loggers, focos, radios, guantes, libreta de campo, GPS, tableta	Baja, para ACOPAC es media	Baja, parra ACOPAC es alta

Cuadro 4. Formaciones coralinas: validación de factibilidad de implementación de gerentes de áreas silvestres protegidas y enlaces del programa marino de SINAC

Elemento Focal de Manejo:		Formaciones coralinas									
Categoría (IIE)	Atributo	Indicador	Número de personas necesarias simultáneamente en campo	Tipo de capacitación complementaria (en caso de ser necesaria)	Periodo (meses y año) de capacitación, básica	Periodo (meses y año) de capacitación <u>complementaria</u> , en caso de ser necesaria	Otras condiciones necesarias para ejecutarlo	Frecuencia del muestreo	Adquisición del equipo	Factibilidad general (actualmente)	Factibilidad general (luego de capacitación)
Tamaño	Cobertura de coral	% cobertura	3 personas para cada AC	Buceo básico, biología marina, primeros auxilios, manejo de instrumental al oceanográfico y monitoreo	Buceo básico (3 días) biología marina y manejo de instrumental al oceanográfico y monitoreo (15 días),	primeros auxilios (1 semana resque), manejo de los resultados (1 semana), curso básico de embarque (1 mes)	Que responde a necesidades de manejo y efectos negativos de usos	ACMIC, ACG, ACLAC 2 veces al año, al menos ACOSA 2 veces al año en cada época climática	Equipo básico de buceo (3 juegos de tanques, plomos, BCs, **Más	1	1

**** Más:** Equipo básico de buceo (3 juegos de tanques, plomos, VCs, reguladores, mascarillas, snorkel, patas abiertas, botines, computadora, salchicha, pito), cintas métricas, cuadrantes, guías de identificación, botiquín, oxígeno, termómetros, refractómetros, cámaras fotográficas con housing, disco secchi, botella niskin de 1,5, cuerdas, boyas, lancha, motor, combustible, aceite, radio, viáticos, chalecos salvavidas, tablas acrílicas, computadoras, anclas, distancímetros, ecosonda, binoculares de visión nocturna, GPS, pH-metro, carreta, mantenimiento de equipo e instrumental en general, halógenos para bote, focos, baterías, cargadores, cargador de radio

Protocolos para la evaluación de los indicadores a escala nacional

Indicador 3.1. *Área y cobertura actuales dentro y fuera de las ASP marino-costeras o con componente marino-costero*⁵

Objetivo del indicador	Determinar el área y el grado de fragmentación actual de la cobertura boscosa y su tasa porcentual anual de cambio dentro y fuera de las Áreas Silvestres Protegidas con componente marino.
Elemento Focal de Manejo	Cobertura boscosa
Categoría	Tamaño y contexto paisajístico.
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	Siete (7)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996.

Verificadores de área de hábitat y su dinámica

- El área total de cada uno de los cuatro tipos de cobertura y su tasa de cambio.

Verificadores del grado de fragmentación del hábitat y su dinámica

- El número de parches de hábitat en cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- El índice del parche mayor para cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- La distribución de frecuencias de áreas de parches para cada uno de los ocho tipos de cobertura y su tasa de cambio.
- La densidad local de hábitat para dos categorías de hábitat (bosque natural de dosel cerrado + comunidades secundarias; y plantaciones de árboles + sistemas agroforestales).
- Continuidad local de hábitat natural para dos categorías de hábitat (bosque natural de dosel cerrado + comunidades secundarias; y plantaciones de árboles + sistemas agroforestales).
- La ubicación geográfica de procesos de deforestación y fragmentación.

⁵ Este indicador forma parte del conjunto de indicadores priorizados por el PROMEC-CR (pag. 40). Es un indicador transversal en las dos escalas y los tres ámbitos. su importancia radica en la posibilidad de evaluar el contexto que rodea a las APM y que es un requisito determinante para la integridad ecológica de los EFM. Además muchas de las amenazas que recaen sobre el ámbito marino son generadas en el ámbito terrestre.

Metodología

Para la implementación de este indicador, refiérase a la metodología del Indicador 1.1 del ámbito terrestre a escala nacional.

Rangos de variación según tasa de cambio en área y fragmentación

	Cambios con riesgo bajo	<ul style="list-style-type: none">• Aumento de cobertura y aumento de parches• Aumento de cobertura y disminución de parches• No hubo cambios
	Cambios con riesgo intermedio	<ul style="list-style-type: none">• Disminución de cobertura y aumento de parches
	Cambios con riesgo alto	<ul style="list-style-type: none">• Disminución de cobertura y disminución de parches

Indicador 3.2. Índice de lista roja de las aves marino costeras.

Objetivo del indicador	Determinar el grado de amenaza de las especies de aves asociadas a hábitats marino costeras del país y su tasa de cambio.
Elemento Focal de Manejo	Aves marino costeras
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	Uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Falta por definir
Observaciones	El desarrollo de este indicador con el respectivo verificador, debe integrarse a los esfuerzos que se realicen para el desarrollo del indicador similar para el componente terrestre (ver SINAC 2007). El fundamento técnico para este indicador se encuentra también en SINAC (2007).

Verificadores

- Tasa de cambio en el índice de la lista roja de aves marino-costeras.

Metodología

La de la UICN para la asignación de las especies a categorías de amenazas para el cálculo del Índice de Lista Roja (Butchart *et al.* 2005); proceso que se lleva a cabo en estrecha colaboración de los especialistas nacionales y regionales en este grupo y será el insumo para la aplicación de este indicador.

Rango de variación permisible

Los ámbitos indicados en el cuadro a continuación se refieren a los valores establecidos durante el periodo de línea base y deben de ser ratificados en su momento con los respectivos expertos.

Tasa de cambio en el índice de la lista roja de anfibios	
	Aumento en la categoría de amenaza por arriba del 20% de las especies
	Aumento en la categoría de amenaza entre el 0 – 20% de las especies
	Los valores se mantienen o mejoran para todas las especies

Indicador 3.3. Efectividad de manejo de las Áreas Protegidas Marino-costeras.

Objetivo del indicador	Determinar la efectividad del manejo de las áreas protegidas estatales marinas o aquellas con componente marino costero en sus dimensiones recursos naturales, socioeconómica, político legal y administrativa. Determinar la relación entre la efectividad de manejo con los valores y tendencias del indicador 1.1.
Elemento Focal de Manejo	Áreas protegidas
Escala	Nacional
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	37 (los “indicadores” de Mena y Artavia, distribuidos entre cinco ámbitos ligados a la efectividad de manejo).
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Anualmente; línea base 2006.

Metodología

El valor de la evaluación de la efectividad del manejo de las área protegidas como herramienta para su manejo adaptativo puede considerarse comprobado; sobre todo cuando combinadas con otros indicadores que arrojará el PROMEC-CR, las medidas de efectividad del manejo son medidas indirectas del estado de conservación de la biodiversidad, y a la vez contribuirán a la interpretación de los resultados del Programa en cuanto a medidas más directas como los verificadores del indicador 1.1. Costa Rica ya cuenta con una metodología oficial para este fin, que sin embargo no está siendo aplicada sistemáticamente en las AP estatales. El PROMEC-CR incluirá la aplicación sistemática de la metodología de Mena y Artavia (s.f.) en las AP estatales. La evaluación de este indicador está articulada con el indicador 1.3.

Indicador 3.4. Área física disponible como sitio de anidamiento para tortugas marinas

Determinar el área sin alteraciones disponible para el anidamiento de cada especie. En muchas ASP la llegada de basura orgánica (madera, sedimentos, etc.) así como basura inorgánica tal como plásticos literalmente bloquea el acceso de las hembras a los sitios correctos de anidamiento. Por otro lado, el incremento del nivel del mar como producto del calentamiento global permite la erosión de la arena llevando la zona intermareal al borde de la vegetación lo que impide la anidación y reduce el área disponible. La edificación de infraestructura que emite luz a la playa es otro factor que reduce el área disponible al anidamiento, además de aquellas áreas sometidas a intensa compactación por masiva visitación, tanto que las condiciones físicas de la arena cambian.

Objetivo del indicador	Cuantificar el área física disponible como sitio de anidamiento para tortugas marinas.
Elemento focal de manejo	Tortugas marinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	tres (3)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

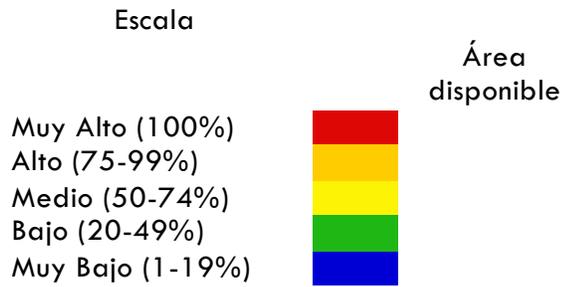
- Mapas de áreas disponibles.
- Registros de cálculo.
- Hojas de datos para cada hito de referencia.

Metodología

El observador deberá determinar con literatura (Chacón et al. 2007) las zonas ecológicas que cada especie usa en la playa, por ejemplo las tortugas baula o loras usan normalmente la zona entre el borde externo de la vegetación y el límite de marea alta, mientras que la tortuga carey usa las áreas debajo de la vegetación costera. Deben considerarse como parte de la medida de la zona disponible los accesos desde el mar. El monitor entonces elige no menos del 30% de los metros lineales o cuadrados de la zona de anidamiento intensivo o playa principal (mayor número de nidos por km) y determina haciendo uso de una cinta métrica de 50 m o más, el largo y ancho de las áreas de anidamiento, esto se realiza marcando una línea transversal a la playa como inicio del área a monitorear y una línea similar al final de la zona elegida, luego se mide el ancho de la playa y en largo de la playa en el segmento elegido, así con esas variables se obtiene el área disponible al anidamiento ($L \times A$). Las marcas del sector deben ser visibles, las mismas cada año y de ser posible las observaciones del área tomadas por la misma persona. Se recomienda demarcar con mojones o listones de cinta vinílica cada área, luego se hace un estimado del polígono que no muestra bloqueos, inundaciones, contaminación lumínica o sea el área disponible para el anidamiento. Si estos obstáculos aparecieran NO deben moverse pues mostrará la pérdida de hábitat de anidación que se busca medir. Se deberá usar la misma zona anualmente para efectos comparativos. Deberá tenerse claro la definición del área ecológica de la playa usada por cada especie presente, así como establecer una medida anual (tomada las mismas fechas del año) que derivara de al menos tres medidas promediadas de cada área por especie. Los datos se proyectarán comparativamente después del tercer año, proponiéndose una evaluación comparativa de la tendencia del área disponible. Es posible usar un solo polígono y segregarse el 30% o hacerlo en un solo segmento de playa. Es valioso determinar si hay actividades diurnas que hacen arrastre mecánico de arena o que ayudan a la erosión (e.g. alta visitación, paseos a caballo, etc.), pues se deben

documentar. Los datos se reportan por metros cuadrados disponibles a la anidación, en la misma zona cada año y usando los mismo métodos de estimación.

Rango de variación permisible



Indicador 3.5. Número de hembras anidadoras de tortugas marinas

Establecer el número y tendencia de organismos reproductivos que llegan durante la temporada de anidamiento a la playa principal.

Objetivo del indicador	Cuantificar el número de hembras anidadoras de tortugas marinas.
Elemento Focal de Manejo	Tortugas marinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Número de marcas instaladas para metodología directa.
- Registros de conteo para metodología indirecta.

Metodología

Para establecer el número de hembras que anidan en una playa y su tendencia hay dos formas:

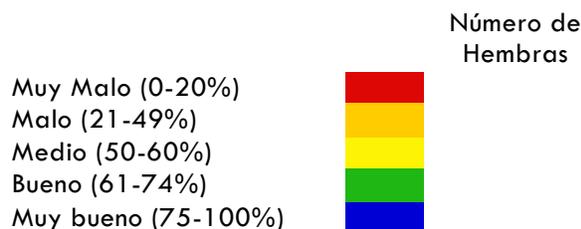
- a. Directa (conteo y marcaje nocturno de hembras) Esta forma amerita que los observadores de la ASP salgan idealmente desde las 8 pm y hasta las 4 am, y cubran la extensión total de anidamiento, marcando una única vez con marcas externas y/o internas cada hembra encontrada, evitando un doble conteo en el caso de que la hembra regrese durante el periodo entrepuestas o luego de la migración. El periodo mínimo de monitoreo será de 10 pm a 2 am y será recomendable el doble marcaje para evaluar el índice de retención de las marcas externas (Eckert y Beggs 2006). Una estimación anual de hembras remigrantes y neófitas será producida y comparada con los años subsecuentes como medida de la tendencia de la anidación. Deben usarse los mismos periodos y tiempos de monitoreo, en vista que mayores esfuerzos pueden estimarse falsamente como incrementos poblacionales.
- b. Indirecta (número de nidos o nidadas contadas por especie en la playa). Se utiliza el número total de nidos confirmados por especie y se divide entre el número de nidos/hembra conocidos para la playa o anotados en las referencias bibliográficas (Para ello debe de investigarse para usar la referencia más acorde con la realidad en sitio, una publicación científica de la misma playa o de la playa más cercana posible). Por ejemplo, es aceptable que una hembra de baula para el Caribe desove en promedio 6 veces por temporada, para una playa que registra 60 nidos totales por temporada, su población anidadora estimada será de 10 hembras. Se sugiere un conteo mínimo de día por medio y un mecanismo de diferenciación de los nidos previamente contados.

Se recomienda poner atención a protocolo de precisión de equipos de marcaje, tipos y calidades de marcas, capacitación de personal que aplica las marcas y el protocolo sanitario para aplicar la marca (Eckert y Beggs 2006). Por otro lado, es importante definir por revisión de metainformación la variable de nidos por hembra por litoral (e.g. Baula -6 nidos/temporada-, verde del Caribe -3 a 5 nidos/temporada, verde del Pacífico 6-8 nidos/temporada, carey 3-5 nidos/temporada, lora 3-6 nidos/temporada).

Rango de variación permisible

Como referencia se usa el promedio de hembras anidadoras registradas para el sitio, sea uno o más años (e.g. Muy malo, si las hembras registradas en el presente representan solo del 0 al 20% del valor promedio registrado con anticipación en la misma playa, para playas de alta fidelidad, este indicador debe ser usado si la población estudiada muestra alta interanidación entre varios sitios e.g. la población de baulas en el Caribe).

Escala del Indicador



Indicador 3.6. Número de nidos de tortugas marinas por temporada y por especie

Una medida indirecta del estado de la población es evaluar las nidadas* depositadas por las hembras que alcanzaron la madurez durante la temporada de muestreo, sean estas hembras neófitas o remigrantes. Se reconoce que son una fracción de la población pero como tal, son una muestra robusta y confiable del estado de la población, aun cuando hembras inmaduras, hembras maduras que no alcanzaron la condición para migrar y machos constituyen otros estadíos en la población.

Nidada está definida como la masa confirmada de huevos depositada en la cámara de incubación, mientras que nido está definido como la manifestación física de la actividad anidatoria en la arena, cuya observación y análisis confirma la presencia de la hembra anidadora pero no se confirma la presencia o ausencia de los huevos en la cámara de incubación. En este protocolo por costumbre nacional, se usa el término nido como homólogo de nidada.

Objetivo del indicador	Cuantificar el número de nidos de tortugas marinas por temporada y por especie.
Elemento focal de manejo	Tortugas marinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Hojas de datos con monitoreo nocturno.
- Gráficas de tendencia mensual y temporal.

Metodología

La playa elegida para el monitoreo en la ASP deberá de incluir la mayor parte de la anidación principal de manera tal que los datos derivados del monitoreo representen robustamente la situación de la población y la tendencia, si esto se desconoce se deberá incluir la mayor área de playa y ajustar anualmente, recordar que el anidamiento es dinámico y mueve espacio/temporalmente. Esta playa deberá ser demarcada en sus extremos y este segmento de monitoreo deberá ser el mismo en todas las evaluaciones subsecuentes y si se amplía debe documentarse esta ampliación para que el observador pueda ajustar los datos y no se manifiesten como un incremento poblacional sino como un incremento en la zona de observación.

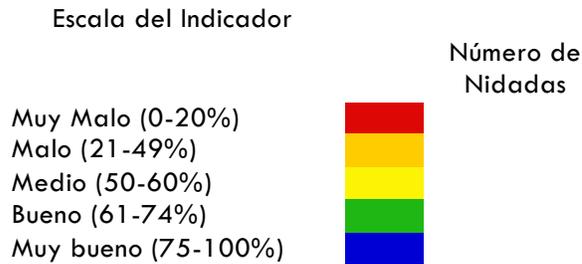
Se recomienda la totalidad de la playa dividirla en subsegmentos de 50 a 100 m para ordenar espacialmente las observaciones de la anidación. Para determinar el modelo de monitoreo se debe definir el comienzo de la temporada de anidamiento y el tiempo en que se mantendrá el esfuerzo de conteo del anidamiento, ambas variables afectan las estimaciones poblacionales, por lo que se recomienda “abrir” la temporada en fechas similares y “cerrar” temporada de monitoreo después de esfuerzos similares anualmente. Esfuerzo de conteo mínimo de anidamiento: día de por medio, marcando con una “X” los nidos frescos y propensos a ser recontados.

- Esfuerzo de conteo: todas las noches.
- Esfuerzo mínimo de temporada: 8 semanas que incluyen a los meses de pico en el anidamiento, si esta información es conocida.
- Esfuerzo ideal de monitoreo: 20 semanas, que incluye 45 días previos al primer mes de pico y 45 días posteriores al segundo mes de pico.

Esta metodología NO es válida para playas de anidamiento en arribada y solo puede ser ejecutada por personal capacitado en discernir entre nidos frescos, nidos viejos y rastros. Para una estimación exacta de la fecundidad en la playa debe hacerse verificación de presencia de huevos y exhumaciones de al menos el 30% de los nidos. Se recomiendan protocolos de monitoreo de: Chacón et al. (1996), Chacón (1999), Schoeder y Murphy (2000), Troëng et al. (2004), Chacón y Eckert (2007) y National Research Council (2010).

Rango de variación permisible

Como referencia se usa el promedio de nidadas efectivas registradas para el sitio, sea uno o más años (e.g. Muy malo, si las nidadas registradas en el presente representan sólo del 0 al 20% del valor promedio registrado con anticipación en la misma playa).



Indicador 3.7. Porcentaje de eclosión de nidadas de tortugas marinas en playa

Una medida de la abundancia de la especie es el porcentaje de eclosión de las nidadas, como contribución al reclutamiento de la población, también este valor puede verse inverso como una medida de la mortalidad del estadio de desarrollo.

Objetivo del indicador	Cuantificar el porcentaje de eclosión de nidadas de tortugas marinas en playa
Elemento focal de manejo	Tortugas marinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Hojas de datos con monitoreo nocturno.
- Gráficas de tendencia mensual y temporal.

Metodología

Paso 1: marcar los nidos a ser monitoreados, que pueden ser la totalidad de ellos en la playa, la totalidad de los nidos en el vivero o una fracción no menor a la tercera parte de ellos, lo que se considerará una submuestra robusta (alta variabilidad y mínimo error) y escogida aleatoriamente.

Cuando los huevos están a término y se manifiesta la primera salida de neonatos a la superficie de la arena, se espera 72 horas para extraer y exhumar los huevos, momento en el cual se cuentan los huevos enterrados y los neonatos vivos producidos, así como todas las variaciones de desarrollo. Haciendo uso de las fórmulas de cálculo establecidas por Chacón et al. (2007) se determina cual es el porcentaje de eclosión en cada nidada, para ponderar este en la totalidad de nidadas de la playa y saber la contribución al reclutamiento de la población. Importante determinar que el valor más representativo es el número de neonatos vivos que alcanzaron el agua, que casi siempre es un valor menor al porcentaje de eclosión. Se registran tanto nidos con eclosión y sin eclosión.

Este indicador también puede ser utilizado en viveros. El análisis del indicador a largo plazo sugiere la comparación interanual del éxito, así como el análisis de las amenazas que reducen el éxito de eclosión (erosión, recolecta ilegal, aumento de temperatura, manto freático, etc.).

En caso de que la temporada incluya dos épocas climáticas se debe monitorear la temperatura, una alternativa es el muestreo de los 45 días previos y posteriores al pico de anidamiento.

Este indicador debe funcionar con encadenamiento al indicador de temperatura obligatoriamente.

Rango de variación permisible

Escala del Indicador	Porcentaje de eclosión
Muy Malo (0-20%)	Red
Malo (21-49%)	Naranja
Medio (50-60%)	Amarillo
Bueno (61-74%)	Verde
Muy bueno (75-100%)	Azul

Indicador 3.8. Temperatura de incubación para el anidamiento de tortugas marinas

Como parte del régimen normal de una playa, esta debe presentar valores de temperaturas dentro de un ámbito normal (23 °C a 33 °C) (Ackerman 1997), con sus variaciones que permitan la gestación de machos y hembras. Si éste ámbito se mantiene sesgado hacia límites inferiores o superiores por varias temporadas podría estar provocando proporciones no naturales en la población. En el caso del calentamiento global se refleja en una tendencia al incremento de la temperatura que traspasa el límite mortal arriba de 34 °C.

Objetivo del indicador	Determinar la temperatura de incubación para el anidamiento de tortugas marinas.
Elemento Focal de Manejo	Tortugas marinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	tres (3)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

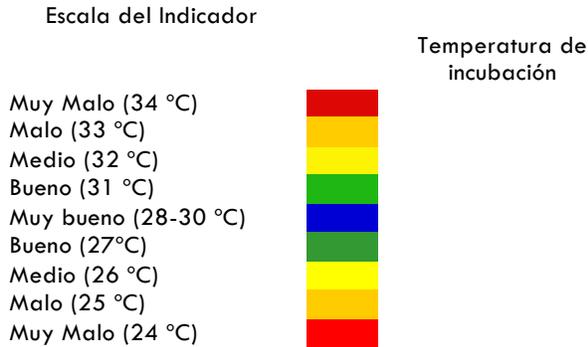
Verificadores

- Registros de temperatura.
- Gráficas de tendencia.
- Archivos fotográficos de instalación de grabadoras.

Metodología

Se deben instalar sensores de temperatura con memoria en nidos naturales y de vivero cuya muestra mínima recomendada será de 9 (tres triplicados) ubicados en tres zonas diferentes de la playa o del vivero para que manifiesten una muestra robusta de la situación térmica de la playa. El sensor se ubicará en la mitad de la masa de huevos o cuando se hayan desovado el 50% de los huevos. Estos sensores se deben de colocar en nidadas y en la columna de arena, con fines comparativos. Las grabadoras deben ser programadas y calibradas para lecturas al menos 4 veces por día, deben ser extraídas después de la eclosión de los neonatos o del término de la temporada. Se recomienda usar un sensor, extraer los datos y reingresarla a la playa para tener muestras de temperatura en nidos a lo largo de la temporada.

Rango de variación permisible



Indicador 3.9. Porcentaje de cobertura de coral

Los corales son los principales constructores de los arrecifes coralinos, y debido a su crecimiento y estructura logran albergar una gran diversidad de organismos, haciendo que estos ecosistemas sean uno de los más diversos del mundo. Por lo tanto, una buena cobertura de coral vivo va a ser un indicativo de salud arrecifal.

Objetivo del indicador	Cuantificar la cobertura de coral.
Elemento Focal de manejo	Tortugas marinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Cobertura de coral.

Metodología

A través de transectos paralelos a la costa se cuantifica la cobertura del fondo mediante la utilización de cuadrantes de 1 m² divididos cada 10 cm, donde se contabiliza el tipo de fondo presente. En específico para corales, se cuenta el número de cuadros donde están presentes los corales a nivel de género o especie, y a nivel de estado de salud; si está vivo, blanqueado, enfermo o muerto. La metodología se detalla en el protocolo de medición. Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de cobertura de coral considerados como saludables:

- 30-70% de coral vivo.
- Menos de 5% de coral blanqueado.
- Menos de 5% de coral enfermo.
- Menos de 5% de coral muerto recientemente.

Rango de variación permisible

	Pérdida de más de 11% de la cobertura de coral vivo
	Pérdida de 6-10% de la cobertura de coral vivo
	Pérdida de 0-5% de la cobertura de coral vivo

Indicador 3.10. *Cobertura de Macroalgas en formaciones coralinas.*

Como productores primarios las macroalgas juegan un papel importante dentro de los arrecifes coralinos como alimento, zonas de crianza y refugio de organismos marinos. Así mismo algunos grupos de algas contribuyen significativamente en la formación y cementación del arrecife y en la producción de arena; constituyendo parte de un ecosistema muy sensible. Por otro lado, las algas conforman hábitats particulares como los bosques de Sargassum y Padina, y los mantos de rodolitos (algas rojas) que sostienen también una rica diversidad de especies. En estos se han encontrado especies poco abundantes, inusuales y endémicas que han sido informadas en muchos lugares tropicales. En los arrecifes coralinos y rocosos, tanto saludables como degradados, su abundancia y composición son críticas en la ecología de estos ambientes y por tanto se considera que las macroalgas son un indicador de la salud del arrecife. Steneck (1988) indica que bajo un intenso pastoreo por parte de peces y erizos de mar, los arrecifes están caracterizados por una baja biomasa del conjunto algas, los cuales son dominados por tapetes algales, y algunas algas coralinas costrosas. Littler et al. (2009) indican que una predominancia de corales y algas calcáreas en relación a las macroalgas foliosas es indicativo de condiciones con bajos nutrientes y una alta herbivoría. Una alta cobertura de algas coralinas es indicativa de salud arrecifal (Guzmán y Cortes 2001). Las algas coralinas costrosas son claves, ya que liberan compuestos que están implicados en el asentamiento y morfogénesis de una gran variedad de especies de invertebrados (i.e. corales, moluscos) (Morse et al. 1988, Nelson 2009).

Objetivo del indicador	Cuantificar la cobertura de macroalgas en formaciones coralinas.
Elemento Focal de Manejo	Formaciones coralinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	tres (3)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Porcentaje de tapetes de algas.
- Porcentaje de Algas Carnosas.
- Porcentaje de calcáreas costrosas.

Metodología

Estimar el porcentaje de cobertura de macroalgas según los grupos funcionales más importantes: tapetes de algas, algas carnosas y calcáreas costrosas con la misma metodología de cobertura de corales. En el primer año de monitoreo se debe establecer la línea base y en el segundo año de monitoreo se establece la pérdida, estabilidad o ganancia del indicador (ver rangos de variación permisible). Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de cobertura de macroalgas considerados como saludables: 1) Tapetes de algas: 20 y 40%, 2) Carnosas: 5 y 10%, 3) Calcáreas costrosas: 30 y 50%.

Ámbito de variación permisible

	Incremento de más de 21% en cualquiera de las tres categorías
	Incremento de 6-20% en cualquiera de las tres categorías
	Incremento de 0-5% de las tres categorías de algas

Indicador 3.11. Presencia del erizo *Diadema* en formaciones coralinas.

Lo erizos de mar del género *Diadema* juegan un papel importante en áreas arrecifales debido a su efecto significativo en la biomasa, estructura y distribución de algas, así como en la composición de corales y la geomorfología del arrecife debido a que son bioerosionadores importantes (Birkeland 1989). Densidades bajas o moderadas pueden causar una erosión substancial, pero densidades altas pueden llevar a una rápida pérdida de la estructura arrecifal (Glynn 1997). Altas densidades reducen la biomasa de macroalgas, permitiendo que dominen las algas filamentosas o de tapete, lo que facilita una mayor supervivencia de reclutas de coral y favorece una competencia de recursos entre erizos y peces herbívoros (Sammarco et al. 1974, Sammarco 1980, 1982a, b), provocando que la comunidad coralina esté dominada por corales y tapetes algales (Carpenter 1997). Un menor número de erizos provoca un incremento en la biomasa algal, permitiendo que dominen las macroalgas, lo que disminuye la supervivencia de reclutas de coral, sobrecreciendo y causando abrasión en el coral, e incrementando el tamaño de la población de peces herbívoros (Sammarco 1980, 1982a, b, Carpenter 1997).

Objetivo del indicador	Cuantificar la presencia del erizo <i>Diadema</i> en formaciones coralinas.
Elemento Focal de Manejo	Formaciones coralinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Número de erizos por área

Metodología

A lo largo de transectos de 10 m de largo por 2 de ancho se cuentan todos los erizos pertenecientes a este género. La metodología se detalla en el protocolo de medición. Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de densidad del erizo de mar considerados como saludables: Densidad ideal: 1-2 individuos por m².

Rango de variación permisible

	Disminución en la densidad ideal	Aumento en la densidad ideal
	Reducción de más de un 51% de densidad	Aumento de más de un 51% de la densidad
	Reducción 11-50% de la densidad	Aumento 11-50% de la densidad
	Reducción 0-10% de la densidad	Aumento 0-10% de la densidad

Indicador 3.12. Densidad de peces en formaciones coralinas.

Los peces juegan un papel muy importante en los arrecifes coralinos, ya que poseen una gran diversidad de funciones. Estos pueden ser depredadores, herbívoros, omnívoros, carroñeros, y por lo tanto llegan a controlar las poblaciones de otros peces, permitiendo que el ecosistema esté balanceado. La densidad de peces es un indicativo de la diversidad y estado de salud del arrecife, y puede ser interpretado como un indicador de fuentes de presión sobre el sistema. La predominancia de ciertos grupos, o la baja cantidad de especies o individuos puede ser indicativo de sobrepesca sobre el sistema.

Objetivo del indicador	Determinar la composición de peces en formaciones coralinas.
Elemento Focal de Manejo	Formaciones coralinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Número de individuos por área.

Metodología

Para cuantificar la densidad de peces en el arrecife se deben realizar transectos paralelos a la costa, similares a los de cobertura coralina, en donde a lo largo de un túnel imaginario se cuenta, por especie, todos los individuos presentes en el transecto. La metodología es detalla en el protocolo de medición. Es importante determinar la línea base en cada zona, y en base a ello verificar el comportamiento de las densidades a través del tiempo de acuerdo a los rangos de variación permisible. Nota: Este criterio no aplica para las especies invasoras, ya que un aumento en su densidad siempre debe considerarse en un rango de variación permisible rojo.

Rango de variación permisible

	Reducción de un 51% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 21-50% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 0-20% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas

Indicador 3.13. *Densidad de macroinvertebrados móviles en formaciones coralinas.*

Los macroinvertebrados móviles forman parte de la fauna que habita y se alimenta en los arrecifes coralinos. Los cambios en la densidad de estos organismos son indicativos del estado y diferentes presiones que afectan el sistema y por tanto se puede tomar como alertas para el manejo del ecosistema. Los macroinvertebrados se definen como animales de más de 2.5 cm en estado de madurez, gasterópodos grandes, pulpos, nudibranquios, crinoideos, pepinos de mar, estrellas de mar, erizos de mar, langostas y cangrejos grandes.

Objetivo del indicador	Determinar la densidad de macroinvertebrados móviles en formaciones coralinas.
Elemento focal de manejo	Formaciones coralinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	uno (1)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Número de individuos por área.

Metodología

En el caso de macroinvertebrados móviles se utiliza el mismo transecto de cobertura coralina, solo que en este caso se muestrean ambos lados del transecto hasta 1 m de distancia hacia ambos lados. Se contabilizan todos los organismos en un transecto de 10 x 2 m. Ver detalles de la metodología en protocolos de medición. Es importante determinar la línea base en cada zona, y en base a ello verificar el comportamiento de las densidades a través del tiempo de acuerdo a los rangos de variación permisible. Nota: Este criterio no aplica para las especies invasoras, ya que un aumento en su densidad siempre debe considerarse en un rango de variación permisible rojo.

Rango de variación permisible

	Reducción de un 51% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 21-50% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 0-20% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas

Indicador 3.14. Complejidad Arrecifal

Un arrecife puede tener una alta cobertura de coral vivo, pero una baja complejidad arrecifal, con lo cual se limitan los espacios para refugio y protección, y por consiguiente puede traer una baja riqueza, abundancia y biomasa de peces e invertebrados (Álvarez-Filipet al. 2011). La falta de complejidad arrecifal actúa como un impulso positivo para reforzar un estado degradado del arrecife donde dominan las algas (Lee 2006).

Objetivo del indicador	Determinar la complejidad arrecifal.
Elemento focal de manejo	Formaciones coralinas
Escala	Local
Estado del indicador	Por implementarse
Número de verificadores	dos (2)
Periodicidad de evaluación y año de línea base	Por definir

Verificadores

- Índice de rugosidad.
- Índice de complejidad arrecifal.

Metodología

Para determinar la rugosidad (R) del sustrato, se extiende una cadena de 10 m de largo con eslabones de 1 cm, siguiendo el contorno del fondo a lo largo de los transectos de cobertura coralina. Posteriormente, se mide la distancia total en línea recta del punto de inicio al punto final de la cadena (Rogers et al. 2001). Este procedimiento se repite tres veces por sitio. Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de rugosidad considerada como saludable:

- Índice de Rugosidad: valores por encima de 0.5
- Índice de complejidad arrecifal: valores por encima de 1.99 (Álvarez-Filipet al. 2011)

Rango de variación permisible

	Más de 41% de pérdida en la rugosidad
	Ente 11-40% de pérdida en la rugosidad
	Ente 0-10% de pérdida en la rugosidad

Apéndice 1. Elaboración de indicadores y protocolos locales terrestres para el monitoreo de la diversidad biológica para el PROMEC

Elaborado por Fernando Soley⁶ y Gustavo Induni⁷

Ver documento en adjunto en versión PDF

Elaboración de indicadores y protocolos locales terrestres para el monitoreo de la diversidad biológica para el PROMEC

Fernando Soley¹ y Gustavo Induni²

¹Asociación Costa Rica por Siempre.

²Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).



⁶ Asociación Costa Rica por Siempre

⁷ Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Apéndice 2. Elaboración de indicadores y protocolos locales terrestres para el monitoreo de la diversidad biológica para el PROMEC (Soley e Induni 2013). Revisión de la propuesta técnica

Revisado por Bryan Finegan y Bernal Herrera⁸

Observaciones

En este documento hago observaciones generales sobre la propuesta. Hay una gran cantidad de observaciones puntuales incluidas en el documento en pdf, que envió junto con el presente documento.

1. Es un documento útil en el sentido de que se identifican algunos de los esfuerzos de monitoreo en marcha en el país y ubica el monitoreo a escala local dentro del contexto de los objetivos de conservación de las áreas protegidas individuales, aunque con mucho menos énfasis en los corredores biológicos. El documento me parece adecuadamente fundamentado en conocimiento de la ecología y la biología de la conservación de ecosistemas tropicales.
2. No obstante *no es una propuesta de programa de monitoreo*, sino de indicadores para un programa, y precisa entenderlo dentro de este contexto. La elaboración de una propuesta de programa por supuesto, es otra etapa, fuerte, del proceso.

Las consideraciones necesarias para ser incluidas en el programa de monitoreo serán incluidas en su momento en el plan de implementación.

3. Aunque no sea una propuesta de programa el documento hace algunas recomendaciones acertadas respecto a la implementación del monitoreo a escala local. El énfasis en una primera etapa de implementación de un eventual programa en la que se construya institucionalidad para poder monitorear parece acertado, sobre todo en lo referente a la relación academia-SINAC.
4. Sin embargo por muchas razones es necesario hacer un esfuerzo adicional para llegar a ser un documento que justifique y guíe la selección de indicadores para la implementación del monitoreo a escala local.
5. Primero, es indispensable que la propuesta tome en cuenta el PROMEC nacional, su documentación y sus indicadores, más allá de observar que van a ser parte del mismo programa de monitoreo. La integración de las evaluaciones realizadas a nivel nacional y sus aportes a nivel local es parte de lo que esta consultoría efectivamente está haciendo y que se propondrá en el documento final. Así por ejemplo la propuesta (p. 23) de que las evaluaciones de coberturas y fragmentación a escala local se sumen para hacer cálculos nacionales de coberturas es improcedente. La sugerencia va dirigida más bien a que se realice una evaluación nacional con un protocolo único, y se extraigan los datos por AC, AP y CB.

⁸ Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE)

6. En su resumen e introducción, la propuesta hace hincapié en la necesidad de monitorear amenazas, lo cual parece muy acertado. Sin embargo, la mayor parte de la propuesta se dedica a propuestas de indicadores biológicos y el monitoreo de amenazas viene al final.
7. En la misma línea, al igual que en el caso del PROMEC nacional y de manera sensata y realista, el documento permite extraer (aunque no deja totalmente claro, el lector tiene que hacer el trabajo) que se debe iniciar el monitoreo con indicadores "gruesos" como la fragmentación del bosque (p. 21). Este es sin duda un punto de partida para la integración de las escalas.
8. Respecto a los puntos 4 y 5 entonces, *recomendamos encarecidamente* estructurar una versión final de la propuesta que comunique efectivamente el planteamiento: monitoreo de amenazas y de indicadores de filtro grueso, etapa inicial de concertación SINAC-academia y desarrollo y validación de los indicadores biológicos.
9. La recopilación de las entrevistas con especialistas debiera ser un anexo (más cuando lo que algunas cosas representan es una falta de comprensión de la necesidad de manejar de manera adaptativa, y *de conocer los resultados de las medidas de manejo* - ver en el documento).
10. Es una omisión difícil de explicar, que en la propuesta no se planteen objetivos para el monitoreo a escala local, ni para los indicadores y verificadores individuales. La literatura científica y técnica sobre el monitoreo identifica ésta como una de las faltas más comunes y más peligrosas en las propuestas de monitoreo.
11. Ligado al punto anterior, se debe hacer hincapié respecto a qué es el monitoreo – es *una herramienta de manejo* – y cómo difiere de la investigación.
12. Otra omisión es que la propuesta no desarrolle el tema de priorización para el monitoreo. No es por nada que en conservación se dedique tanto esfuerzo al desarrollo de criterios para la priorización para la asignación de recursos. Por ejemplo, parece más importante monitoreo indicadores ligados al contexto paisajístico para Carara y Manuel Antonio que para La Amistad.
13. La ola post-Río 92 de desarrollo de conceptos, enfoques y herramientas para el monitoreo de la biodiversidad ha generado muchos aprendizajes que se trató de incorporar al PROMEC Nacional pero que no parecen haber sido incorporados a esta propuesta. El recuadro 4 del documento de referencia técnica del PROMEC nacional (SINAC 2007a como está citado en la propuesta revisada) identifica atributos considerados esenciales para un indicador. Este recuadro no es una ocurrencia sino un producto de miles de horas-persona de experiencia. *Recomiendo muy fuertemente* que los indicadores en la propuesta aquí revisada sean evaluados en relación con estos atributos. Para ello, se requiere por supuesto tener acceso a los protocolos.
14. A partir de los comentarios anteriores, se brindan algunas apreciaciones sobre algunos de los verificadores propuestos:
 - a. “La dinámica de comunidades biológicas y bosques naturales son procesos complejos que son mucho más difíciles de comprender y caracterizar” – totalmente de acuerdo, y se aplica a una buena proporción de los verificadores enumerados en la propuesta revisada. Por supuesto, la academia suele recomendar sus temas particulares de investigación para los programas de monitoreo. Aquí es el SINAC el que debe enseñarle a la academia, qué es lo que se necesita y es práctico en el contexto del manejo para la conservación. La academia debe adaptar su conocimiento y sus herramientas a este planteamiento. La academia suele iniciar sus propuestas para conseguir fondos con referencias a la importancia crítica para la conservación de la

investigación que propone (yo sé, porque yo también lo hago). Esto está lejos de establecer que el objeto de investigación es también un objeto útil para el monitoreo.

- b. Respecto al punto anterior, asusta de sobremanera cualquier propuesta de monitoreo de invertebrados. Todos conocemos la importancia clave de la polinización, por ejemplo, pero la enorme variabilidad en el espacio y el tiempo de los ensamblajes y poblaciones individuales de los invertebrados es un limitante muy fuerte respecto a su uso en programas de monitoreo.
 - c. En muchos casos, la información suministrada es demasiado general para entender qué es lo que se mide, y para tener una idea sobre costos y esfuerzo – por ejemplo, el verificador de conectividad. Muchos lectores se quedarán haciendo estas preguntas – cuánto puede costar todo esto? Sé que este documento no es un manual de protocolos, pero un par de renglones en la descripción de cada verificador ayudarían mucho.
 - d. Abejas: “Así, este verificador evalúa si existen en el área protegida los distintos grupos funcionales que polinizan plantas con distintos síndromes de dispersión (e.g.: polinizadoras de flores pequeñas, flores grandes, flores nocturnas, polinización por zumbido, etc.), evaluando indirectamente la diversidad de plantas” p. 27. Muy vago y potencialmente carece de fundamento. Se evaluaría indirectamente la diversidad funcional floral, no la diversidad taxonómica.
 - e. En términos generales, hay que tomar en cuenta que la intensidad de muestreo necesario para tener datos robustos sobre especies amenazadas, si estas son escasas en el terreno, puede ser mucho mayor que la necesaria para especies comunes. Así, no es tan simple que los muestreos generales de mamíferos y aves, arrojen datos para las especies amenazadas.
 - f. De la misma manera, no estoy para nada convencido que comparar listas de especies es útil. Otra vez surgen consideraciones de esfuerzo de muestreo y de detección: ¿quién decide por qué las especies esperadas en un lugar, no se encuentren allí? ¿Hay un antecedente científico para el uso de este indicador?
 - g. Lo siguiente parece representar una simple diferencia de criterio entre personas con formaciones contrastantes. Pero en todo lo que tiene que ver con mutualismos planta-animal (polinización, dispersión), les planteo que es más práctico monitorear la planta (su éxito reproductivo, la intensidad de depredación de sus semillas y plántulas) que el animal.
15. A manera de sugerencia general, considerando la factibilidad y sostenibilidad de un programa de monitoreo a esta escala, y haciendo un balance entre esta inversión y los resultados a obtener (ver puntos relacionados con la intensidad de muestreo), se sugiere hacer un planteamiento basado en el principio de complementariedad con la propuesta de indicadores a nivel nacional. De esta forma, todos los indicadores de cobertura pueden sin duda aportar información relevante a nivel de área funcional, (área protegida y CB), Área de Conservación y área protegida individualmente. Muy posiblemente un enfoque de monitoreo de amenazas a la biodiversidad a nivel de área protegida, sea más factible en el corto plazo. El monitoreo de amenazas puede vincularse parcialmente a parte del marco conceptual desarrollado aquí alrededor de los objetos de conservación. Estableciendo un vínculo entre la amenaza y el daño funcional que genera a un Elemento Focal de Manejo determinado, podría generar buenas hipótesis sobre el impacto en la biodiversidad, siempre y cuando se tenga claro el objetivo de un monitoreo de este tipo.

Se sugiere también que se retome a lo interno del SINAC la propuesta de medición de integridad ecológica a nivel de áreas protegidas desarrollada por CATIE, a partir de un trabajo inicial preparado por BH para TNC hace algún tiempo. Esto permitiría varias cosas:

- a) Articular el programa de monitoreo con la gestión de las áreas protegidas.
- b) Capturar la variabilidad ecológica del país y reconocer la variación en capacidades para monitoreo que existen.
- c) Desarrollar programas de monitoreo, incluyendo fortalecimiento institucional, a una escala donde se toman las decisiones de manejo, es decir, las Áreas de Conservación.

Articular un programa de monitoreo de amenazas que complemente, a bajo costo, la información ecológica de monitoreo a largo plazo.

Apéndice 3. Indicadores nacionales y subnacionales para ambientes de aguas continentales. Revisión técnica

Elaborado por Mónica Springer⁹

Elemento Focal de Manejo: Ambientes lóticos

INDICADOR: CALIDAD DE AGUA

Categoría: Condición

Justificación

La alteración de la calidad natural del agua de cualquier ecosistema acuático, provoca un desequilibrio de todo el medio natural. Una de las afectaciones mayores que tienen los cuerpos de aguas superficiales del país, es la contaminación de sus aguas, las cuales al escurrir aguas abajo en las cuencas hidrográficas alteran cualquier área, incluyendo áreas conservadas. El cambio en la calidad natural del agua de cualquier ecosistema acuático, tiene un efecto en la diversidad y además provoca perturbaciones en las comunidades acuáticas al afectar negativamente a las especies sensibles y favorecer a las que son tolerantes a la variación de ciertos parámetros ambientales, como el oxígeno, el pH, la temperatura, la cantidad de sedimentos, entre otros. Esto hace necesario, que se mida el grado de contaminación y por ende, la calidad del agua.

Verificadores

Para este indicador existen varios verificadores, tales como diversos índices, tanto físico-químicos, microbiológicos, biológicos y multimétricos. Para esta propuesta se proponen dos verificadores que podrán ser monitoreadas en cualquiera de los ambientes lóticos del país:

- índice biótico BWMP-CR
- índice holandés de calidad de agua

⁹ Universidad de Costa Rica

El índice BWMP-CR se calcula en base a las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en un sitio y está definido para Costa Rica en el Decreto Ejecutivo N° 33903-MINAE-S (2007) del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (detallado en el Marco Conceptual del Apartado 3). El BMWP-CR' da un valor de tolerancia a los organismos a nivel de familia, independientemente de la cantidad de individuos o especies encontradas de cada familia. La sumatoria de cada uno de los valores de tolerancia determina el valor del índice y la clasificación de las aguas según este valor establece la clase y la calidad del agua.

Cuadro 1. Nivel de calidad de agua con su respectivo valor de índice biológico BMWP para Costa Rica y color

NIVEL DE CALIDAD	BMWP-CR	COLOR
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrófia, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas	<15	Rojo

El índice holandés (detallados en el Marco Conceptual del Apartado 3) (MINAE-S 2007) se basa en tres parámetros físico-químicos: el porcentaje de Oxígeno Disuelto (OD), el Nitrógeno Amoniacal (N-NH4) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). El resultado de la clasificación de la calidad se obtiene por medio de la suma de los puntos correspondientes en cada uno de los ámbitos respectivos de cada una de los parámetros. La suma obtenida de puntos se traslada seguidamente a un código de colores con el cual queda clasificada la calidad del agua del cuerpo receptor de acuerdo al grado de contaminación.

Cuadro 2. Asignación de clases de calidad del agua según el Sistema Holandés de codificación por colores, basado en valores de PSO, DBO y nitrógeno amoniacal.

CLAS E	SUMATORIA DE PUNTOS	COLOR	INTERPRETACIÓN DE CALIDAD
1	3	AZUL	Sin contaminación
2	4 – 6	VERDE	Contaminación incipiente
3	7- 9	AMARILLO	Contaminación moderada
4	10 - 12	NARANJA	Contaminación severa
5	13 - 15	ROJO	Contaminación muy severa

Metodología

Índice BWMP-CR

Se debe seleccionar un sitio de fácil acceso en el cuerpo de agua lóxico, el cual debe tener la mayor representatividad de microhabitats posible, tomando en cuenta los diferentes sustratos (rocas, piedras, grava, arena, materia orgánica, vegetación sumergida, etc.) y condiciones de corriente (rápidos vs. pozas). Los muestreos de macroinvertebrados para el cálculo del índice BMWP-CR se deben de realizar en forma cualitativa, siguiendo el método de recolecta directa, mediante un muestreo sistemático tipo multi-hábitat con el fin de obtener una muestra lo más representativa posible de las familias de macroinvertebrados presentes en el sitio. Este método consiste en recolectar los organismos directamente en el campo desde el sustrato, removiendo el fondo del río y capturando los organismos con de una red tipo D de 500 µm. El esfuerzo de muestreo en cada sitio será de dos horas. Los organismos se recolectaran por medio de pinzas sobre una bandeja blanca y se preservan inmediatamente en alcohol al 70%. Para el muestreo se deben tomar en cuenta los diferentes microhábitats presentes (distintos sustratos, condiciones de profundidad, etc.). No es necesario realizar muestreos de abundancia (métodos cuantitativos), debido a que el índice se basa únicamente en la presencia de las familias y no en la cantidad de individuos. Los organismos recolectados posteriormente serán identificados en el laboratorio, mediante la literatura correspondiente. Los resultados obtenidos mediante el índice BMWP-CR se deberán presentar según lo establecido en el reglamento Decreto N° 33903-MINAE-S (2007).

Índice holandés

La toma de las muestras para los análisis fisicoquímicos se deberá realizar en el mismo sitio en donde se recolecten macroinvertebrados. El oxígeno disuelto se debe medir *in situ* en el sitio de estudio. La toma de muestras para el DBO y el N-NH₄ se realizará según lo establecido en el reglamento Decreto N° 33903-MINAE-S (2007). Es importante asegurarse que el equipo esté debidamente calibrado según las instrucciones en el manual de cada uno de los aparatos. Los valores obtenidos se anotarán en una libreta de campo con plumas de tinta de china o lápiz para asegurarse que las anotaciones no se borren en caso que se moja la libreta.

Consideraciones generales

Antes de llevar a cabo el muestreo de macroinvertebrados es recomendable realizar las mediciones fisicoquímicas del agua, con el fin de evitar una alteración de la calidad del agua debido al disturbio ocasionado por el muestreo con la red.

Los muestreos se podrán realizar en ambas épocas (seca – lluviosa), sin embargo, no se recomienda tomar muestras mientras haya lluvias fuertes, tampoco poco después de que hubo una fuerte crecida.

A partir de la información obtenida se podrán construir mapas con códigos de colores (indicados en el cuadro 6 del reglamento) con el fin de visualizar los resultados y observar cambios en el tiempo.

Ámbito de variación permisible

	Disminución de dos categorías de calidad
	Disminución de una categoría de calidad
	Categoría de calidad se mantiene o mejora

Elemento Focal de Manejo: ambiente lóaticos

INDICADOR: CALIDAD DE HÁBITAT

Categoría: Estructura y composición

Justificación

Los ríos en Costa Rica están constantemente sometidos a alteraciones de sus cuencas y riberas lo que ocasiona un desequilibrio en los ecosistemas acuáticos, sobre todo en su estado ecológico. La evaluación de la calidad del hábitat se basa en medir las condiciones en que se encuentran las características físicas de un cuerpo de agua, tales como cauce, vegetación ribereña, estabilidad de los márgenes, sustrato, profundidad, velocidad y cantidad de sedimentos (Barbour et al. 1999), así como la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada. A una mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan. Por tanto la evaluación de la calidad del hábitat surge como respuesta a la necesidad de caracterizar y clasificar los cauces de los ríos con base al estado ecológico y de la conservación de los ríos de Costa Rica.

Verificadores

Existen varios métodos para evaluar la condición biológica del hábitat de los ríos, dentro de los cuales se pueden mencionar algunos índices como: Índice QBR (por sus siglas en catalán Qualitat del Bosc de Ribera, en inglés Riparian Forest Quality) (Munné et al. 2003), Índice de hábitat fluvial (IHF) (Pardo et al. 2002), Índice RHS (por sus siglas en inglés, River Habitat survey) (Raven et al. 1998). Para esta propuesta se propone:

- Índice de calidad de hábitat, basado en los protocolos de evaluación biológica rápida (Rapid Bioassessments Protocols, RBP, por sus siglas en inglés) (Barbour et al. 1999).

Metodología

Se debe seleccionar un sitio de fácil acceso en el cuerpo de agua lótico, el cual debe tener la mayor representatividad de hábitats posible. En cada sitio se evaluará y caracterizará la calidad del hábitat mediante la planilla del cuadro 3. La evaluación consiste en asignar puntajes de 0 a 20 a diez parámetros, tales como estabilidad de las orillas, la alteración del canal, la heterogeneidad del hábitat, condición interna, la zona de ribera, calidad del sustrato, cobertura de vegetación acuática y ribereña. La sumatoria de cada parámetro determina el valor del RBP y la calidad del hábitat (Cuadro 4).

Es importante que al iniciar la implementación de la metodología para evaluar la calidad del hábitat, que los responsables de la toma de datos sean entrenados con la finalidad de calibrar entre todas las puntuaciones que se darán a cada parámetro. Además se recomienda que la toma de datos sea realizado por la misma persona, para evitar variaciones en el tiempo, esto debido a criterios subjetivos.

Cuadro 4. Asignación de clases de calidad del hábitat según el Protocolo de Evaluación Biológica Rápida

NIVEL DE CALIDAD	RBP	COLOR
Buena	150 – 200	Azul
Regular	100-149	Verde
Mala	50 -99	Amarillo
Muy Mala	0 – 49	Rojo

Ámbito de variación permisible

	Disminución en dos o más categorías de calidad
	Disminución de una categoría de calidad
	Categoría de calidad se mantiene o mejora

Cuadro 3. Planilla para evaluar y caracterizar la calidad de hábitat en ríos (Modificada de Barbour et ál. 1999).

Parámetro	Óptimo	Subóptimo	Marginal	Pobre
1. Heterogeneidad de sustratos disponibles para la epifauna	Más de 70% del sustrato es estable y puede ser colonizado por la epifauna (El trecho presenta una mezcla de piedras, troncos sumergidos o superficiales o cualquier otro sustrato estable)	Entre 40 y 70% del sustrato es estable. Además, existe un sustrato nuevo aun sin condiciones para ser habitado	Entre 20 y 40% del sustrato es estable. Frecuentemente perturbado o removido	Menos de un 20% del sustrato es estable. Ausencia de hábitats adecuados.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2. Empotramiento del sustrato	Entre 0 y 25% de la superficie de rocas, piedras y grava está rodeada de sedimento fino.	Entre 25 y 50% de la superficie de rocas, piedras y grava rodeadas de sedimento fino	Entre 50 y 75% de la superficie de rocas, piedras y grava rodeadas de sedimento fino	Más de un 75% de la superficie de rocas, piedras y grava rodeadas de sedimento fino
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3. Relación profundidad y velocidad	El trecho del río presenta las cuatro combinaciones siguientes: a) lento/profundo, b) lento/ bajo, c) rápido/profundo, d) rápido/bajo	Sólo tres combinaciones. La ausencia de rápido/bajo determina el menor puntaje	Sólo dos combinaciones. La ausencia de rápido/bajo y lento/bajo determina el menor puntaje	Una sola combinación presente. Usualmente lento/profundo)
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4. Deposición de sedimentos	Ausencia de islas o bancos de arenas. Menos del 5% del fondo afectado por la deposición de sedimentos	Reciente y escasa formación de bancos de piedras, arena o sedimento fino. Entre el 5 y el 30% del fondo afectado por la deposición de sedimentos; ligera deposición en los pozos	Deposición moderada de grava, arena o sedimento fino sobre bancos viejos y nuevos. Entre 30 y 50% del fondo afectado. Sedimento sobre obstrucciones, constricciones y recodos. Moderada deposición en pozos.	Grandes depósitos de material fino. Muchos bancos. Más del 50% del fondo cambia con frecuencia. Pozos casi ausentes debido a la gran deposición de sedimentos.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5. Estado del cauce de flujo	El nivel del agua alcanza la base de las márgenes y la exposición del sustrato de fondo es mínima.	El agua sólo cubre el 75% del cauce o menos del 25% del sustrato de fondo queda expuesto.	El nivel del agua cubre entre el 25 y 75% del cauce y queda expuesta la mayor parte del sustrato de los rápidos	Muy poca agua sobre el cauce y la mayoría como pozos.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
6. Alteración del cauce	Ausencia o mínima presencia de canalización o dragado. Corriente con cauce normal.	Cierta canalización presente por puentes. Evidencia de canalización actual o pasada	Canalización extensiva. Diques u otras estructuras presentes en ambas márgenes. Entre el 40 y 80% del trecho del río canalizado y alterado.	Márgenes protegidas con gabiones o cemento. Más del 80% del trecho del río canalizado y alterado. Los hábitats internos eliminados totalmente.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
7. Frecuencia de rápidos	Ocurrencia de rápidos relativamente frecuente. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río es < 7 (generalmente 5 o 7).	Ocurrencia de rápidos poco frecuente. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río se encuentra entre 7 y 15.	Ocurrencia ocasional de rápidos. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río se encuentra entre 15 y 25.	Por lo general el agua corre sin interrupción o rápidos muy bajos. La relación distancia entre rápidos y el ancho del río es mayor a 25.
Puntos:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8. Estabilidad de las Márgenes	Márgenes estables. Ausencia de erosión o desprendimientos. Poca posibilidad de problemas futuros. Menos del 5% de la margen está afectada	Estabilidad moderada. Pequeñas áreas de erosión. Entre 5 y 30% de las márgenes del trecho tiene áreas de erosión.	Inestabilidad moderada Entre 30 y 60% de las márgenes del trecho tiene áreas de erosión. Posibilidad de fuerte erosión durante las crecidas.	Inestabilidad completa. Áreas muy erosionadas. Frecuencia de áreas despejadas en trechos rectos y recodos. Entre 60 y 100% de las márgenes del trecho erosionadas.
Puntos:	Margen Izquierda 10 5	8 7 6	5 4 3	2 1 0
Puntos:	Margen Derecha 10 5	8 7 6	5 4 3	6 1 0
9. Vegetación protectora de las riberas	Más del 90% de las márgenes y la zona ribereña está cubierta por vegetación nativa incluyendo árboles, arbustos, macrofitas. Vegetación tupida natural.	Entre el 70 y 90% de las márgenes cubiertas por vegetación nativa. Vegetación algo abierta.	Entre el 50 y 70% de las márgenes cubiertas por vegetación nativa. Vegetación abierta.	Menos del 50% de las márgenes cubiertas por vegetación nativa.
Puntos:	Margen Izquierda 10 5	8 7 6	5 4 3	2 1 0
Puntos:	Margen Derecha 10 5	8 7 6	5 4 3	6 1 0

10. Amplitud de la vegetación ribereña	Extensión de la vegetación ribereña mayor a 18 m y sin impacto antrópico.	Extensión de la vegetación ribereña entre 12 y 18 m y un mínimo impacto antrópico	Extensión de la vegetación ribereña entre 6 y 12 m y un impacto antrópico evidente.	Extensión de la vegetación ribereña menor a 6 m. Poca o ninguna vegetación debido a un fuerte impacto antrópico.
Puntos:	Margen Izquierda 10 5	8 7 6	5 4 3	2 1 0
Puntos:	Margen Derecha 10 5	8 7 6	5 4 3	6 1 0
Total				

Elemento Focal de Manejo: ambientes lóticos

INDICADOR: CONDICIÓN DE LAS COMUNIDADES ÍCTICAS

Categoría: Estructura y composición

Justificación

Los peces son el grupo más numeroso de los vertebrados y representan un grupo sumamente diverso en ambientes de aguas continentales. Este grupo es utilizado en programas de monitoreo como bioindicadores debido a que su ciclo de vida es largo, están presentes a distintos niveles tróficos y su relativamente fácil identificación en el campo. Su posición en la parte más alta de la cadena alimenticia acuática proporciona una visión integradora del medio ambiente, además de la posibilidad de evaluar efectos de toxicidad aguda (mortandad masiva), estrés (crecimiento deprimido, éxito reproductivo) y contaminación (malformaciones). Otra razón para evaluar la condición de las comunidades de peces es la presencia de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, protegidas y no protegidas en los ambientes lóticos. La mayoría de estas especies han sido afectadas principalmente por la reducción del hábitat, como consecuencia de la deforestación y la fragmentación de los bosques. En Costa Rica ningún pez está dentro del Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre, sin embargo, hay muchas especies que se encuentran dentro de las listas oficiales del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Verificadores

Como verificadores de la condición de las comunidades ícticas se podrán utilizar:

- riqueza y abundancia relativa de especies
- presencia y abundancias de especies con distribución restringida
- presencia y abundancia relativa de especies exóticas
- presencia de malformaciones, parásitos y daños físicos.

Nota importante: este indicador podrá ser utilizado en ecosistemas lóticos que se encuentren a altitudes por debajo de los 1500 msnm, por arriba de esta altitud la distribución de las especies es menor.

Metodología

Existen varios métodos para realizar los muestreos de peces y éstos dependen en gran medida de las características de cada ambiente acuático. A continuación se recomiendan tres, la selección de uno dependerá de las condiciones de cada río; también se puede utilizar una combinación de estos métodos:

- Método de red de atarraya o chinchorro: Se capturan los peces por un período de 15 min. por personas experimentadas en el uso de estas redes.
- Método de electropesca: este método se recomienda en ríos y arroyos someros. La captura se podrá realizar durante un período de 20 min. La electropesca deberá ser operado por una persona entrenada en el uso de este equipo y se debe contar con la ayuda de uno o dos asistentes para recolectar los peces con redes de mano (cachadores).
- Método visual (buceo con mascarilla): este método es complementario y se recomienda implementarlo en aguas claras y limpias, en especial en las pozas de los ríos. Sin embargo, en este caso, el observador debe contar con un alto nivel de experiencia en la identificación de las especies.

Todos los peces capturados deberán ser almacenados en baldes o canastas (dentro del río) mientras que se termine el muestreo para su identificación en el sitio, conteo y luego ser liberados. En caso de tener dudas de identificación, se deberá preservar el espécimen con el fin de consultar a un especialista. Finalmente, se recomienda llevar un registro fotográfico de las especies encontradas, mediante una pequeña pecera o con una cámara subacuática.

Ámbito de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa		Malformaciones, parásitos y daños físicos
		Especies con distribución restringida	Especies Exóticas	
	Disminución por arriba del 50%	Disminuye por arriba del 10%	Mayor o igual al 20%	Mayor o igual al 10% de todos los peces capturados
	Disminuye entre 10 y 50 %	Disminuye entre 0 – 10%	Menor del 20%	Menor al 10 % del total de peces capturados
	Disminuye menos del 10% o los valores se mantienen o mejoran	Los valores se mantienen o mejoran	Sin especies exóticas	Sin registros

Elemento Focal de Manejo: ambientes lóticos y lénticos

INDICADOR: CONDICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS

Categoría: Estructura y composición,

Justificación

Los macroinvertebrados acuáticos son uno de los grupos más utilizados como bioindicadores en ambientes de aguas continentales en todo el mundo, debido a que los métodos de muestreo son sencillos y de bajo costo. Son organismos de ciclos de vida relativamente largos, además de ser bastante sedentarios, por lo que permiten una evaluación espacial y temporal del disturbio o alteración de su medio. Debido a gran diversidad y su amplia distribución los macroinvertebrados pueden ser utilizados como indicadores en prácticamente cualquier ambiente de agua dulce, especialmente ríos y quebradas, desde el nivel del mar hasta las áreas montañosas más altas del país, así como en ambientes acuáticos altamente contaminados.

Verificadores

Como verificadores de la condición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos se podrán utilizar:

- riqueza y abundancia relativa de especies
- presencia y abundancias de especies con distribución restringida
- presencia y abundancia relativa de especies exóticas

Metodología

Existen muchos métodos para la recolecta de macroinvertebrados acuáticos; para cumplir el objetivo de monitoreo y para mayor facilidad y evitar la duplicidad de esfuerzos, se recomienda utilizar la misma metodología que fue descrita en el indicador calidad de agua para el verificador BMWP-CR. Sin embargo, es completamente factible adaptar cualquier otra metodología para el monitoreo de macroinvertebrados, siempre y cuando esta se estandariza y se mantiene igual durante todos los muestreos para poder realizar las comparaciones a través del tiempo. Es de especial importancia que se mantienen constantes el tiempo de muestreo y la cantidad de personas que realizan el mismo, para garantizar la estandarización del esfuerzo de muestreo. El equipo que se debe utilizar incluye redes (red tipo D, coladores), pinzas entomológicas suaves, bandeja blanca y lupas. Los organismos recolectados se preservan en alcohol etileno de 70-80%. Para facilitar la identificación se podrán generar guías ilustradas locales de la fauna de macroinvertebrados.

Ámbito de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa	
		Especies con distribución restringida	Especies Exóticas
	Disminución por arriba del 50%	Disminuye por arriba del 10%	Mayor o igual al 20%
	Disminuye entre 10 y 50 %	Disminuye entre 0 – 10%	Menor del 20%
	Disminuye menos del 10% o los valores se mantienen o mejoran	Los valores se mantienen o mejoran	Sin especies exóticas

Elemento Focal de Manejo: lagos y lagunas

INDICADOR: ESTADO TRÓFICO

Categoría: Condición

Justificación

El estado trófico de un cuerpo de agua léntico se basa en los siguientes niveles tróficos: oligotrófico, mesotrófico y eutrófico; y cada uno determina el grado de eutrofización de un ecosistema acuático. La eutrofización es el proceso de cambio de un estado trófico a otro de nivel superior, por adición de nutrientes (Roldán y Ramírez 2008), debido al aporte masivo de nutrientes y materia orgánica en un ecosistema acuático. La eutrofia conlleva a la alteración temporal de las condiciones y las características del sistema, sobre todo en su composición biótica, física y química. La eutrofización y el deterioro de la calidad de las aguas de los lagos, lagunas y humedales es uno de los problemas ambientales más importantes a nivel global. Por lo que la clasificación de los ecosistemas lénticos basado en el estado trófico actual, es necesaria para establecer el grado de eutrofización de estos ecosistemas en Costa Rica.

Verificadores

- Índice Trófico de Carlson (TSI, Trophic state index)

Metodología

El estado trófico de un cuerpo de agua se puede obtener a partir de la transformación de la transparencia la cual es medida con el disco de Secchi (DS), mediante la siguiente fórmula: $IET (DS) = 10 (6 - \log_2 DS)$. El Disco Secchi es un disco metálico con un tamaño estándar de 20 cm de diámetro, dividido en cuatro franjas, dos de color negro y dos de color blanco y sujeto a una cuerda graduada en centímetros.

En cada sitio de muestreo se tomará la distancia del Disco Secchi en metros, esto se hace introduciendo en el agua el disco y dejándolo caer hacia el fondo hasta que el observador lo pierda de vista y luego lo sube hasta que reaparezca. La distancia a la cual aparece de nuevo a la vista del observador se conoce como distancia Secchi y a partir de esta medida se podrá calcular el índice, introduciendo el valor en la fórmula (Carlson 1977, Roldán y Ramírez 2008).

Ámbito de variación permisible

	Disminución de dos categorías de calidad
	Disminución de una categoría de calidad
	Categoría de calidad se mantiene o mejora

Elemento Focal de Manejo: ambientes lénticos

INDICADOR: CONDICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE MACRÓFITAS

Categoría: Estructura y composición

Justificación

Las macrófitas son plantas que crecen en la zona litoral de lagos, humedales, embalses y ríos, ya sea sobre la superficie del agua (flotantes o emergentes) o sumergidas. Las plantas acuáticas contribuyen a la salud y diversidad general de los cuerpos de agua; además sirven de alimento para otros organismos acuáticos y proveen hábitats para diversas especies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos y macroinvertebrados. La estructura de una comunidad de macrófitas está definida por la composición y abundancia de las especies que la componen y son el reflejo de los factores históricos y de las condiciones ambientales que allí prevalecen. El uso de la condición de las comunidades de macrófitas se considera importante debido a la capacidad que tienen de responder a la contaminación acuática. El monitoreo de la diversidad y abundancia de las macrófitas es un método para determinar el estado de la conservación de los cuerpos de agua lénticos y los procesos de eutrofización (Kiersch *et al.* 2003).

Verificadores

- Riqueza de especies
- Abundancia relativa de especies invasoras

Existen algunos métodos e índices basados en el uso de macrófitas como indicadores, que podrían ser desarrollados y adaptados para Costa Rica en el futuro. La mayoría de estos índices evalúan el estado ecológico y biológico de las comunidades de plantas acuáticas (Beck *et al.* 2010), y dentro de estos se pueden mencionar el Índice de macrófitas (MI), Índice de comunidades de macrófitas acuáticas (AMCI), Índice Biótico Integrado con Macrófitas (PIBI). Todos clasifican los cuerpos de agua en clases de calidad y cada una representa diferentes grados de contaminación por nutrientes. Cada clase tiene asignada un color para permitir una clara ilustración de los resultados. Sin embargo, estos índices deben ser adaptados localmente.

Metodología

Identificar las estaciones de muestreo que sean representativas de la diversidad de hábitats existentes y de los posibles impactos humanos debido a las actividades humanas y/o usos existentes en el cuerpo de agua o en zonas circundantes. La caracterización de los hábitats debe incluir: tipo de sustrato, profundidad, condiciones de luz y tipo de vegetación de la ribera. Si los cuerpos de agua son grandes habrá que identificar varias estaciones de muestreo. Para la toma de datos y muestras se recomiendan los siguientes métodos:

Transectos: en cada estación de muestreo se harán transectos ubicados desde la orilla hacia el centro del espejo de agua de 100 m de largo y 0.5 m de ancho, los cuales se recorrerán extrayendo las plantas mediante ganchos o rastrillos para su identificación. Anotar como mínimo las características del sustrato y la profundidad inicial y final.

Parcelas: en cada estación de muestreo se ubicaran al azar parcelas de 1m² a lo largo de un tramo de 100 m ubicado paralelamente a la orilla del cuerpo de agua, en cada parcela se anotará la profundidad y las características del sustrato.

Todas las plantas recolectadas se identificarán *in situ* y se anotará su abundancia y porcentaje de cobertura. Si se requiere identificar la especie en un laboratorio, se almacenarán en bolsas de plástico herméticas debidamente rotuladas. La abundancia y porcentaje de cobertura se hará según una escala de 1 rara (individuos aislados), 2 ocasional (1-10%), 3 frecuente (10-50%), 4 abundante (50-70%) y 5 muy abundante (>70%).

El uso de un visor puede facilitar la observación de la distribución y cobertura de las especies. Es importante anotar las coordenadas de inicio y final de cada transecto o parcela. Se considera recomendable anotar información como color del agua, morfología de las orillas, tipo de vegetación en las orillas, turbidez o transparencia.

Ámbito de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa especies invasoras
	Disminución por arriba del 50%	Aumento mayor al 50%
	Disminuye entre 10 y 50 %	Aumento entre el 21 – 50%
	Disminuye menos del 10% o los valores se mantienen o mejoran	Aumento del 0 - 20%

Elemento Focal de Manejo: ambientes lénticos (especialmente humedales)

INDICADOR: CONDICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE AVES ACUÁTICAS

Categoría: Estructura y composición

Justificación

Las comunidades de aves acuáticas se definen con base en la estructura y composición de las especies locales y migratorias. Las comunidades de aves de los ecosistemas lénticos pueden ser afectadas por la deforestación y modificación ambiental de los paisajes. Las aves acuáticas han demostrado una respuesta negativa a nivel de especie y comunidad, cuando hay alteraciones ambientales en el ecosistema acuático, debido a la alta relación entre las aves acuáticas y los factores bióticos y abióticos. No obstante, las aves también pueden causar alteraciones en los hábitats acuáticos (e.g. modificación en las cadenas alimenticias y re-suspensión de sedimentos). Por lo que el uso de la condición de la comunidad de las aves se fundamenta bajo el principio que es susceptible a ciertos cambios físicos, químicos y biológicos en los ecosistemas lénticos.

Verificadores

- Riqueza de especies
- Número y abundancia relativa de especies que se encuentren protegidas por la legislación vigente o dentro de la lista roja de la UICN o CITES

Metodología

Debido a que diferentes grupos de aves (incluyendo las aves coloniales, las aves de pantano, los patos, los chorlitos o playeros), tienen protocolos específicos para su monitoreo, es necesario establecer, en conjunto con los especialistas del grupo, la metodología a implementar para cada sitio en particular.

Ámbito de variación permisible

	Riqueza de especies	Abundancia relativa especies protegidas
	Alguna especie no se observa en dos o más ocasiones	Disminución por arriba del 20%
	Alguna especie no se observa en una ocasión.	Disminución entre el 0 – 20%
	Los valores se mantienen o mejoran	Los valores se mantienen o mejoran

REFERENCIAS

- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder & J.B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, EEUU.
- Kiersch, B., R. Mühleck & G. Gunkel. 2003. Las macrófitas de algunos lagos alto-andinos del Ecuador y su bajo potencial como bioindicadores de eutrofización. *Rev. Biol. Trop.* 52: 829-837.
- MINAE-S. 2007. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Aguas Superficiales. Decreto Ejecutivo N° 33903. *La Gaceta.* N°178.
- Munné, A., N. Prat, C. Solá, N. Bonada & M. Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 147–163.
- Pardo, I., M. Álvarez, J. Casas [*et al.*]. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21: 115-133.
- Raven, P.J., N.T.H. Holmes, P.J.A. Fox, F.H. Dawson, M. Everard, I.R. Fozzard & K.J. Rouen. 1998. River habitat quality: The physical character of rivers and streams in the UK and the Isle of Man. Environment Agency, Bristol, Reino Unido.
- Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín, Universidad de Antioquia, Colombia. 529p.

Apéndice 4. Indicadores nacionales y subnacionales para ambientes de aguas continentales. Revisión de la propuesta técnica

Revisado por Mónica Springer

Introducción

El presente documento es una propuesta técnica que debe adicionarse al documento final entregado por CEDARENA sobre el programa de monitoreo ecológico de la biodiversidad de aguas continentales.

Los indicadores a nivel nacional, será la integración de los indicadores a nivel local y sub-nacional, analizados a la escala nacional. Es importante aclarar que estos rangos son una orientación para la interpretación de los resultados del indicador y no necesariamente obedecen a las variaciones naturales asociadas con los atributos ecológicos de un determinado elemento de la biodiversidad.

Elemento Focal de Manejo: Ambientes lóticos

INDICADOR: CONDICIÓN DEL BOSQUE RIBEREÑO

Categoría: Estructura y composición; tamaño

Justificación

El bosque ribereño está concebido en los Incisos b) y c) del Artículo 33 de la Ley Forestal N° 7575, como Áreas de Protección. Estas áreas corresponden para los ríos, quebradas o arroyos en 10 m en zonas urbanas y 15 m en zonas rurales, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano y de 50 metros medidos horizontalmente si el terreno es quebrado. Para el caso de los cuerpos de agua lénticos, una zona de 50 metros medidos horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones.

La conservación de estas áreas es importante debido a las funciones que cumplen para los ecosistemas acuáticos, entre estas se pueden mencionar: mantenimiento de la humedad, microclimas y temperatura en las zonas inmediatas, retención de sedimentos y de contaminantes que pueden drenar de las áreas aledañas; proveen alimento a las especies que se encuentran dentro y fuera del ecosistema acuático (*e.g.*, frutas y hojas). La conectividad de las zonas ribereñas cumple además otras funciones de gran importancia, como lo es el desplazamiento de la vida silvestre de un parche de vegetación a otro, tanto en ambientes fragmentados como continuos. El desplazamiento de los animales entre un sitio y otro será más fácil, cuando la conectividad de los parches o hábitats sea mayor. Todo lo anterior genera una influencia marcada sobre la organización de la diversidad y la dinámica de las comunidades bióticas asociadas entre el ecosistema acuático y el terrestre.

Verificadores

- Área (superficie)
- Continuidad del bosque ribereño (conectividad estructural)

Metodología

Por medio de imágenes de sensores remotos o satelitales de cada una de las UED, se puede identificar y calcular el área del bosque ribereño y su continuidad. El análisis se puede realizar mediante la herramienta del Sistema de Información Geográfica (SIG), se puede calcular el área total del bosque ribereño en cada uno de los cuerpos de agua lóticos y el área conservada. Con ambos datos se puede calcular la tasa o porcentaje de bosque ribereño conservada por cuerpo de agua lótico y a su vez se pueden generar mapas para cada cuerpo de agua lótico y UED. Si no se cuenta con las imágenes, se tendrá que hacer la verificación en el campo.

Ámbito de variación permisible

	El área del bosque ribereño conservado es menor al 30%
	El área del bosque ribereño conservado está entre el 30 -50%
	El área del bosque ribereño conservado es mayor al 50%

Elemento Focal de Manejo: Ambientes lóticos

INDICADOR: CONTINUUM DEL CAUCE NATURAL EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Categoría: Estructura y composición

Justificación

Las barreras físicas como represas y otro tipo de obras interrumpen el cauce natural del río. Una barrera física o una alteración del lecho del sistema acuático, distorsiona el *continuum* del sistema lótico, debido a que no permite la migración de ciertas especies de peces y crustáceos que requieren migrar aguas abajo de un río o viceversa para su reproducción o alimentación. En Costa Rica 135 especies de peces son reportados o se sospecha que son diádromos (es decir, requieren una migración entre agua dulce y salada) o potamódromos (es decir, migrar grandes distancias en agua dulce) (Bussing, 1998). El rompimiento del cauce, aísla las poblaciones de esas especies, dejando una población localizada aguas arriba de la barrera y otra población aguas abajo, sin permitir el intercambio genético entre ellas para su reproducción, esto en el tiempo provoca degeneración genética. Debido a lo anterior es necesario evaluar el número de cuerpos lóticos que tienen alguna barrera física o interrupción no natural en su cauce, para que en el futuro se pueda hacer una planificación nacional y regional por cuenca hidrográfica y por UED, de tal manera que las especies de peces o crustáceos con comportamiento migratorio, siempre encuentren la posibilidad de migrar aguas arriba o aguas abajo, en alguno de los tributarios de la cuenca hidrográfica.

Verificadores

- Número y ubicación de represas por cuenca hidrográfica y por UED.
- Número de concesiones de extracción de material de cauce público por cuenca hidrográfica y por UED.
- Número de vados o caminos que atraviesan el lecho de un cuerpo de agua lótico por cuenca hidrográfica y por UED.

Metodología

Mediante la base de datos de la Dirección de Aguas, SETENA, y la Dirección de Geología y Minas, todas adscritas al MINAE, así como también del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) se pueden ubicar con coordenadas, todos aquellos proyectos que involucren la construcción de una represa, el desarrollo de proyectos de extracción de material en cauces de dominio público o de un vado en el lecho de los cuerpos de agua lótico. La información podrá ser analizada por medio de la herramienta informática SIG.

Se calculará el número de tributarios por cuenca hidrográfica y por UED con rompimiento del continuum del cuerpo de agua lótico con relación al total de cuerpos de agua lótico por cuenca hidrográfica y por UED para el cálculo de la tasa o del porcentaje del total. Finalmente se generaran mapas a nivel de las UED y nacional para ilustrar cada uno de los cuerpos de agua que tengan su cauce natural alterado o interrumpido.

Ámbito de variación permisible

	Más del 50% de los cauces presenta alguna obra
	Menos del 50% de los cauces presenta alguna obra
	El <i>continuum</i> del cauce natural no presenta ninguna obra

Elemento Focal de Manejo: Ambientes lénticos

INDICADOR: ESTADO DE LA CONSERVACIÓN DE CUERPOS LÉNTICOS

Categoría: Estructura y composición

Justificación

Los humedales, lagos y lagunas son ecosistemas lénticos de agua dulce de suma importancia, por su alta productividad, pero muy amenazados por las actividades antropocéntricas, incluyendo el cambio climático. Las especies de flora y fauna que habitan en estos ecosistemas están adaptadas a las condiciones características de cada cuerpo de agua y cualquier alteración altera todo el ambiente y tiene un impacto directo sobre los organismos acuáticos. Por lo tanto es importante evaluar el estado de conservación de los lagos, lagunas y humedales por cuenca hidrográfica y por UED.

Verificadores

- Número de sistemas lénticos que se encuentran bajo algún tipo de protección vs. los que no se encuentran protegidos.
- Número de sistemas lénticos que han reducido su tamaño (medido en la misma época del año) o que han desaparecido.
- Número de sistemas lénticos que han cambiado su estado trófico a un nivel inferior de calidad.

Metodología

Partiendo de la información generada en PREPAC (2005), en GRUAS II y con fotografías aéreas se pueden identificar y ubicar todos los cuerpos de agua lénticos por cuenca hidrográfica o por UED.

Todos lagos, lagunas, humedales identificados se ubicarán en cada una de las Áreas de Protección haciendo uso de la herramienta informática SIG. A partir de esta información se determinarán el número de cuerpos de agua lénticos que están o no protegidos.

Para determinar el número de cuerpos de agua que han desaparecido o perdido su área de espejo de agua se comparará el área del cuerpo de agua del último monitoreo con la imagen del monitoreo anterior para una misma época del año, mediante las herramientas de SIG.

Con la información recopilada con el indicador local sobre el nivel trófico de los cuerpos de agua léntico, se determinará el número de cuerpos de agua lénticos que han cambiado su estado trófico a un nivel inferior de calidad.

Ámbito de variación permisible

	Protección	Área de espejo de agua	Estado Trófico
	Menos del 50% de los cuerpos lénticos por UD se encuentran protegidos	Reducción mayor al 50%	Cambio hacia dos niveles tróficos
	Más del 50% de los cuerpos lénticos por UD se encuentran protegidos	Reducción en un 10-50%	Cambio hacia un nivel trófico
	La totalidad de los cuerpos lénticos por UD se encuentran protegidos	Sin reducción o menor al 10%	Sin cambios

Apéndice 5. Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Marino- Costeras Protegidas de Costa Rica. Objetivos e indicadores a escala Nacional

Elaborado por: Bernal Herrera-F
Revisado por Juan José Alvarado¹⁰

El presente informe presenta una revisión técnica del documento de Breedy y Fonseca 2010 y por lo tanto la información que aquí se presenta es una modificación del documento mencionado, incluyendo el título del respectivo informe. Esto implica que la autoría del mismo documento debe mantenerse y agregarse los respectivos créditos del trabajo realizado por el CATIE.

Una versión anterior a este mismo informe fue presentado a la Asociación Costa Rica por Siempre como respaldo al apoyo financiero facilitado para la reunión de tres talleres de consulta necesarios para finalizar este documento.

1. Introducción

Los ambientes tropicales marinos, en particular los ambientes costeros de aguas someras, están entre los más diversos del planeta. Por ejemplo, los arrecifes de coral, los manglares y las comunidades de pastos marinos mantienen y son áreas importantes para la reproducción y desarrollo de una gran variedad de especies de invertebrados, peces, tortugas marinas, aves y mamíferos marinos. Estos ecosistemas marino-costeros están interconectados entre sí ya que hay un importante intercambio de organismos adultos y juveniles, nutrientes y sedimentos. Las principales amenazas para la biodiversidad y sus hábitats marino costeros son el cambio climático, las pesquerías, la contaminación, los desarrollos costeros, las actividades del turismo, el tráfico de especies y la invasión de especies exóticas, entre otras (Gray 1997).

La creación de áreas protegidas marino-costeras (AMP) ha sido una medida adoptada por algunos gobiernos con la idea de proteger los sistemas ecológicos clave a lo largo de las regiones marino-costeras. La biodiversidad puede ser conservada protegiendo áreas que no han sido alteradas que representen una variedad de ecosistemas naturales o áreas que han sido alteradas y es importante restaurar. Esto implica que muchas especies que no han sido conocidas puedan ser protegidas y conservadas como reserva para usos potenciales futuros. El monitoreo es la mejor herramienta para darle seguimiento al estado de salud de los ecosistemas y los recursos y saber que medidas de manejo se deben tomar.

Las perturbaciones en las áreas marino-costeras son causadas por una combinación compleja de elementos naturales y de origen antropogénico. Un manejo ambiental efectivo requiere programas de monitoreo que detecten alteraciones en los ecosistemas que afecten la salud de los mismos. Estudios de biodiversidad han demostrado ser una herramienta fundamental para enfrentar estos retos. Estudios de monitoreo científico a largo plazo proporcionan la línea de base sobre la biodiversidad marina y documentan el tiempo de respuesta de los ecosistemas a cambios locales, regionales y globales, incluyendo el impacto humano y el cambio climático.

¹⁰ Universidad de Costa Rica

Sistemas de monitoreo participativo llevado a cabo por gente que viva en las Áreas Marinas Protegidas permiten detectar cambios repentinos o inesperados en los ecosistemas.

Para poder efectuar un monitoreo efectivo de la biodiversidad es necesario descomponerla en sus diferentes elementos, es decir la variedad y variabilidad de organismo vivos y los complejos ecológicos donde se encuentran (Noss 1990). La caracterización de esta biodiversidad está compuesta por diferentes niveles de organización que aseguran los procesos que la mantienen. De acuerdo a Franklin *et al.* (1981, en Noss 1990) los ecosistemas poseen tres atributos primarios: composición, estructura y función; los cuales constituyen la biodiversidad de un área (Noss 1990). La composición está involucrada con la identidad y variedad de elementos y medidas de la diversidad de especies. La estructura es la organización física o el patrón de un sistema, mientras que la función cubre los procesos ecológicos y evolutivos, incluyendo el flujo de genes, disturbios y el ciclaje de nutrientes.

El concepto propuesto por Noss (1990), basado en las jerarquías, sugiere que la biodiversidad debe ser monitoreada a múltiples niveles de organización, a escalas espaciales y temporales múltiples. Esto debido a que grandes preguntas requieren diferentes niveles de resolución, permitiendo el reconocimiento de los diferentes niveles de estrés que se expresan en los diferentes niveles de organización. De esta manera, basándose en la teoría Jerárquica, que sugiere que los niveles mayores incorporan y limitan el comportamiento de niveles inferiores, la biodiversidad debe ser monitoreada en múltiples niveles de organización, tiempo y espacio. En este sentido, la jerarquía se descompone en cuatro elementos: 1) paisajes regionales, 2) comunidades y ecosistemas, 3) especies y poblaciones y 4) genes (Noss 1990).

En febrero del año 2004, en la séptima reunión de la Conferencia de las Partes (COP 7) del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés), las partes contratantes aprobaron un Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas. Por primera vez, 188 gobiernos acordaron formalmente establecer sistemas nacionales de áreas protegidas que fueran comprensivos y representativos de los sistemas ecológicos presentes en los países, pero que a la vez fueran efectivamente manejados y estuvieran apoyados financieramente. El acuerdo estableció que sus metas deberían lograrse antes del año 2010 para los sistemas terrestres y antes del 2012 para los sistemas marinos.

Desde el año 2005, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y gracias a la colaboración y patrocinio de The Nature Conservancy y el CATIE, diseñó el Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) en el seno de la *Comisión para el Desarrollo de la Estrategia Nacional para el Monitoreo de la Biodiversidad, con Énfasis en las Áreas Silvestres Protegidas y los Corredores Biológicos*. Dicha comisión liderada por la Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), cuenta además con la participación del CATIE, TNC, el Museo Nacional, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad Nacional y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Es dentro de este contexto que se desarrolla esta propuesta de monitoreo de la biodiversidad marino costera de Costa Rica que representa uno de los esfuerzos para que el país avance hacia el cumplimiento de las metas 2010 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). El proceso de elaboración de esta estrategia incluyó una revisión sobre el estado del monitoreo marino costero en Costa Rica implementado por Universidades y Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), un taller de consulta para definir los protocolos de monitoreo (Herrera y Gordon 2010) y dos talleres de validación de esta estrategia, uno con personal científico de universidades públicas y ONG's y otro con personal del SINAC.

El presente documento detalla el Programa Nacional de Monitoreo de las Áreas Marino-Costeras de Costa Rica, en su componente de objetivos e indicadores. En un documento aparte se desarrolla el respectivo plan de

implementación. Se definen los objetos de conservación, sus indicadores y objetivos del indicador para el monitoreo así como sitios prioritarios para la recolección de datos.

El Programa propuesto es de alcance nacional, de tal forma que permite obtener información que faculte al SINAC y los actores nacionales relevantes mediante la generación de información científica orientada a la toma de decisiones relacionadas con el diseño y revisión de políticas públicas de conservación así como de los instrumentos técnicos relacionados con su manejo.

2. Esfuerzos para la conservación de la biodiversidad marino costera en Costa Rica

Con sólo 51 100 km² de superficie terrestre (0.03% de la mundial) y 589 000 km² de mar territorial (0.16% del planeta), Costa Rica es considerado uno de los 20 países del mundo con mayor biodiversidad. Su posición geográfica, sus dos costas y su sistema montañoso, que provee numerosos y variados microclimas, son algunas de las razones que explican esta riqueza natural, tanto en especies como en ecosistemas (Obando-Acuña 2002). Se considera que en el mundo conviven como mínimo entre 13 y 14 millones de especies, para las cuales Costa Rica representa el 4% (Obando-Acuña 2002).

Costa Rica al ubicarse en una zona tropical rodeada por dos océanos, posee una riqueza marina envidiable. Esta particularidad de encontrarse entre dos masas de agua ha producido que las faunas y floras marinas a ambos lados presenten características y composiciones muy diferentes al estar aisladas y no recibir intercambio por los últimos 3 millones de años (Coates *et al.* 1992). La costa Pacífica posee una extensión de 1254 km y es bastante heterogénea, al estar conformada por varios golfos, bahías, costas rocosas e islas entre otros accidentes geomorfológicos, mientras que la costa Caribe es 6 veces menor en extensión y complejidad (212 km) presentando extensas playas arenosas en su parte norte y fondos carbonatados con arrecifes en su parte sur (Cortés y Jiménez 2003a, b, Cortés 2007, Cortés 2007).

Wehrtmann y Cortés (2009) en su libro que analiza la biodiversidad marina conocida de Costa Rica, informan que Costa Rica posee aproximadamente 6778 especies (3.5% de las especies marinas reportadas a nivel global), de las cuales 85 son endémicas (en su mayoría para la isla del Coco). La costa Pacífica contiene la mayor cantidad con 4754 especies, mientras que la costa Caribe posee aproximadamente 2321 especies. Unas 288 especies (el 4% del total) están presentes en ambas costas, lo cual recuerda que, antes de la aparición del istmo centroamericano hace unos tres millones de años, aquí había un solo océano con especies similares que aún no se diferenciaban genéticamente.

Sin embargo, si se considera el número de especies por kilómetros de costa, la costa Caribe posee una mayor diversidad, once especies por cada kilómetro de costa, mientras que en el Pacífico hay cuatro especies diferentes por kilómetro de costa; el número de especies por kilómetro cuadrado de plataforma continental viene siendo de 0.43 para la plataforma continental de ambas costas, cuya área se estima que es de 15800 km², 1 spp/km² para el Caribe (plataforma continental = 2310 km²) y 0.31 spp/km² para el Pacífico (plataforma continental = 15295 km²) (Wehrtmann y Cortés, 2008).

A nivel latinoamericano, esta riqueza (6778 especies) ubica a Costa Rica en el cuarto lugar, aunque hay que tomar en cuenta que no todos los países de Latinoamérica tienen un recuento exhaustivo sobre su diversidad marina. De esta manera, si se analiza el número de especies por kilómetros de costa a nivel latinoamericano, Costa Rica se ubica en el primer lugar, y al calcularlo por km² de la plataforma continental lo ubica en un segundo lugar. A

un nivel más regional, la costa Caribe posee un número bajo de especies versus otros países de la zona, pero al aplicar el índice por tamaño de costa el país se destaca entre los primeros lugares, a pesar de ser menos estudiada que la costa Pacífica (Wehrtmann y Cortés 2009). Así mismo, a nivel de ecosistemas marinos, Costa Rica tiene una gran variedad que van desde arrecifes coralinos, manglares, fondos lodosos, zonas rocosas, playas, acantilados, praderas de pastos marinos, un fiordo tropical, áreas de surgencia, un domo térmico, una fosa oceánica de más de 2000 km de profundidad, la presencia de una dorsal oceánica como la de Cocos, islas costeras, una isla oceánica y ventanas hidrotermales entre otros, que sumado al hecho de ubicarse entre dos océanos (Bohrmann et al. 2002, Nielsen-Muñoz y Quesada-Alpizar 2006, Cortés 2007), hacen de este país un sitio muy particular lo que se manifiesta en la alta biodiversidad marina antes mencionada.

Esto hace evidente la necesidad de poseer un sistema de áreas marinas protegidas eficiente, y que represente y conserve realmente la riqueza que posee, así como de un sistema de monitoreo que cuantifique el estado de salud de la misma y detecte posibles amenazas.

Bajo este contexto en el 2011 se inició el Proyecto de Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas (Barreritas Marinas) del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en conjunto con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el cuál busca aumentar la representatividad ecológica marina del sistema de Costa Rica mediante la ampliación y la creación de áreas marinas protegidas en los ecosistemas marinos, insuficientemente representados, que son esenciales para proteger la biodiversidad. Este proyecto se emarca bajo tres áreas: 1. Las capacidades individuales para la gestión de las áreas marinas protegidas. 2. La sostenibilidad financiera de áreas marinas protegidas, 3. La representatividad ecológica de las áreas costeras y marinas y su monitoreo

2.1 Áreas Marinas Protegidas

Las Áreas Marinas Protegidas en Costa Rica resguardan una variedad de ecosistemas, entre ellos, arrecifes de coral, manglares, estuarios, lagunas costeras, praderas de pastos marinos, playas arenosas, zonas rocosas y áreas de migración, alimentación y reproducción de especies clave como las tortugas marinas, los cetáceos, las aves y los peces. Desde su creación, se han hecho esfuerzos para la protección de estas áreas y se ha encontrado la necesidad de implementar un plan de monitoreo en cada área marino costera protegida para poder evaluar a largo plazo los cambios que se producen en cuanto a su biodiversidad ya sean de origen natural o de origen antropogénico, a nivel local, regional o global.

Cuadro 1. Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica (incluye las áreas exclusivamente marinas y aquellas terrestres que tienen un componente marino-costero). NT: no tiene, NDD: no se dispone de datos (modificado de Mora et al. 2006).

Área Protegida	Área de conservación	Área terrestre (ha)	Área marina (ha)	Objetos de conservación marino costeros (según este estudio)*
PARQUES NACIONALES				
Marino las Baulas Guanacaste	ACT	900	26,274	Tortugas marinas, cetáceos, manglares y estuarios, bosque riverino y costero, aves costeras, arrecifes rocosos, peces de interés comercial
Santa Rosa	ACG	39,204	46,376	Bosque costero y riverino, manglares y estuarios, arrecifes coralinos y rocosos, aves costeras, cetáceos, tortugas marinas, tiburones y otros peces de interés comercial, surgencia estacional de alta productividad
Corcovado	ACOSA	42,438	2,030	Bosque costero y riverino, arrecifes coralinos y rocosos, manglares y estuarios, cetáceos, tortugas marinas, tiburones y otros peces de interés comercial, aves costeras
Piedras Blancas	ACOSA	13,774	1,877	Manglares y estuarios, aves costeras, arrecifes coralinos y rocosos, bosque riverino y costero, cetáceos, tortugas marinas, tiburones y otros peces de interés comercial
Marino Ballena	ACOSA	129	5223	Arrecifes coralinos y rocosos, manglares y estuarios, peces de interés comercial, cetáceos, tortugas marinas, aves costeras, bosque riverino y costero, peces de interés comercial
Manuel Antonio	ACOPAC	1,771	124,381	Arrecifes coralinos y rocosos, aves costeras, cetáceos, bosque costero y riverino, manglares y estuarios, peces de interés comercial
Isla del Coco	ACMIC	2,340	207,160	Arrecifes coralinos y rocosos, tiburones y otros peces de interés comercial, cetáceos, aves costeras, bosque costero y riverino
Cahuita	ACLA-C	1,102	23,296	Arrecifes coralinos y rocosos, pastos marinos, tortugas marinas, aves costeras, bosque riverino y costero, tiburones y otros peces de interés comercial
Tortuguero	ACTO	26,568	52,926	Manglares y estuarios, aves costeras, bosque costero y riverino, tortugas marinas, manatíes, cetáceos tiburones y otros peces de interés comercial

RESERVAS BIOLÓGICAS				
Isla del Caño	ACOSA	326	5,202	Arrecifes coralinos y rocosos, bosque costero y riverino, tiburones y otros peces de interés comercial, cetáceos
RESERVAS NATURALES ABSOLUTAS				
Cabo Blanco	ACT	1,308	1,625	Bosque riverino y costero, manglares y estuarios, aves costeras, tiburones, cetáceos, tortugas marinas, tiburones y otros peces de interés comercial, arrecifes coralinos y rocosos
REFUGIOS DE VIDA SILVESTRE				
Playa Hermosa - Punta Mala	ACOPAC	382	2,399	Tortugas marinas, arrecifes rocosos, cetáceos, bosque costero y riverino, peces de interés comercial
Ostional	ACT	524	8,033	Tortugas marinas, aves costeras, peces de interés comercial, arrecifes rocosos, cetáceos
Camaronal	ACT	232	16,017	Tortugas marinas, aves costeras, bosque costero y riverino, peces de interés comercial
Caletas - Ario	ACT	333	20,005	Tortugas marinas, aves costeras, bosque costero y riverino, peces de interés comercial
Rio Oro	ACOSA	45	1,700	Tortugas marinas, bosque costero y riverino
Quillotro	ACOSA	77	NT	Bosque ribérico y costero, aves costeras, peces de interés comercial
Isla San Lucas	ACOPAC	467	306	Manglares y estuarios, aves costeras, estuarios, bosque costero y riverino, peces de interés comercial
Gandoca Manzanillo	ACLA-C	4,893	5,962	Manglares y estuarios, aves costeras, bosque costero y riverino, arrecifes coralinos y rocosos, pastos marinos, tortugas marinas, cetáceos, manatíes, tiburones y otros peces de interés comercial
HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL				
Nacional Térraba-Sierpe	ACOSA	27,052	94	Manglares, estuarios, aves costeras, tiburones, bosque costero y riverino, peces de interés comercial
HUMEDALES NACIONALES				
Marino de Playa Blanca	ACOPAC	4	12	Bosque ribérico y costero, aves costeras, peces de interés comercial, humedales
Estero de Puntarenas y manglares asociados	ACOPAC	3,706	1,264	Manglares, estuarios, aves costeras, bosque costero y riverino

ÁREA MARINA DE MANEJO				
Montes Submarinos	ACMIC	NT	0,9640	Ecosistema marino de la cordillera submarina de Cocos. Peces de importancia pesquera tanto comercial como deportiva (principalmente atún y dorado). Peces pelágicos, rayas, cetáceos y tortugas marinas. Formaciones coralinas profundas.

*Fuente: Wehrtmann y Cortés 2009, SINAC 2008, 2014, Alvarado et al. 2012, Coopesolidar 2013, Salas et al. 2012

En el marco de la Estrategia Nacional Marino Costera y como resultado de GRUAS II, marino, se estableció un área de 19000 km² de vacíos marinos (Alvarado et al. 2011). La meta de país es aumentar el área marina protegida de 1 a 4%. Los vacíos marinos abarcan un 3.24% de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de nuestro país. Si sumamos este porcentaje a la superficie de Área Silvestre Protegida (ASP) existentes en la Zona Económica Exclusiva (5296 km² = 0.9%) se lograría proteger un 4.14% de esta área (SINAC 2008).

Costa Rica posee 168 áreas protegidas que cubren 50% de la línea de costa, de las cuales 20 son AMP clasificadas como Parque Nacionales (90.6%), Refugios de Vida Silvestre (6.6%), humedales (1.5%), Reservas Biológicas (1%) y una Reserva Natural Absoluta (0.3%). De acuerdo a los criterios de la UICN, 93.7% corresponden a la categoría II, 5% a la IV y 1.3% a la I. El área marina protegida es de 5 296.5km², correspondiendo al 17.5% de las aguas territoriales y al 0.9% de la Zona Económica Exclusiva (Alvarado et al. 2012). Adicionalmente, con la reciente creación del Área Marina de Manejo Montes Submarinas, adscrita al Área de Conservación Marina Isla del Coco, el área protegida actual asciende a 15134.71 km², lo que representa el 2.6% de la Zona Económica Exclusiva. (Salas et al. 2012) (Alvarado et al 2012, Coopesolidar 2013, MarViva 2012).

Si alguna área marino costera nueva, sea área silvestre protegida o área marina de pesca responsable), se crea o alguna existente se amplía es importante integrarla a este programa de monitoreo.

Al hablar de ecosistemas marinos es importante conocer su dinámica para poder monitorearlos y aplicar medidas de manejo efectivas. Dentro de los aspectos clave destaca que los ambientes marino costeros están altamente interconectados, los organismos marinos móviles en diferentes momentos de su ciclo de vida pueden desplazarse entre ecosistemas activamente o por corrientes marinas. Esto hace que en el mar la protección de un área específica no garantice la conservación de una población local de esa especie, aunque sea sedentaria. Por lo tanto es importante crear redes de Áreas Marinas Protegidas y coordinación entre ellas, tanto a nivel nacional como internacional y reforzar el manejo sostenible dentro y fuera de las áreas, especialmente en las cuencas hidrográficas, y en conjunto con las comunidades costeras y los usuarios de los recursos marinos (Mora 2006).

Los programas de monitoreo de la biodiversidad marina en Costa Rica han sido el resultado de propuestas por parte de organizaciones no gubernamentales y universidades nacionales y extranjeras. Estos estudios se han centrado en ecosistemas de arrecifes de coral, manglares, pastos marinos, cetáceos, tiburones tortugas marinas.

En el Cuadro 2 se presenta un listado de los sitios donde actualmente se ejecutan esfuerzos de monitoreo, se detalla el Elemento Focal de Manejo y el/los responsable(s) de estas acciones.

Cuadro 2. Sitios en donde se realizan acciones de monitoreo marino-costero. (Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos).

Localidad	Elemento Focal de Manejo	Responsable
CARIBE		
Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo*	Arrecifes coralinos Pastos marinos Manglares y estuarios Tortugas marinas Cetáceos	CIMAR-UCR CIMAR-UCR CIMAR-UCR WIDECAS Asociación Pro-delfines de Talamanca
Parque Nacional Cahuita*	Arrecifes coralinos Pastos marinos Tortugas marinas	CIMAR-UCR CIMAR-UCR WIDECAS
Tortuguero*	Tortugas marinas Manatí	STC TRICHECHUS (se cuenta con línea base, aunque se dejó de trabajar en esta zona)
Pacuare-Matina	Tortugas marinas	La tortuga feliz, WIDECAS
Caribe Sur	Manatí	TRICHECHUS
PACÍFICO		
Costa Pacífica de CR	Decápodos de aguas profundas, tiburones y rayas, fauna acompañante Cetáceos Tiburón Ballena Aves playeras	UNIP, CIMAR-UCR, MarViva Keto PRETOMA Unión de Ornitólogos de Costa Rica
Área de Conservación Guanacaste	Arrecifes coralinos: sustrato, peces, macroinvertebrados Tiburones	CIMAR-UCR -Conservación Internacional Misión Tiburón
Área de Conservación Tempisque	Arrecifes coralinos: sustrato, peces, macroinvertebrados	CIMAR-UCR -Conservación Internacional
Área de Conservación Osa: Áreas Protegidas y Golfo Dulce	Arrecifes coralinos: sustrato, peces, macroinvertebrados Pastos Marinos Tiburones Tortugas	CIMAR-UCR -Conservación Internacional CIMAR-UCR Misión Tiburón WIDECAS
Bahía Salinas	Arrecifes coralinos	CIMAR-UCR
Bahía Culebra	Arrecifes coralinos Pastos marinos	CIMAR-UCR CIMAR-UCR
Isla del Coco*	Arrecifes coralinos Tortugas marinas Tiburones	CIMAR-UCR -Conservación Intenacional PRETOMA Misión Tiburón
Isla del Caño*	Arrecifes coralinos Cetáceos	CIMAR-UCR Keto

	Peces Arrecife	Keto
Parque Marino Ballena*	Arrecifes coralinos Cetáceos	CIMAR-UCR Keto
Parque Marino Las Baulas*	Tortugas marinas	Leather back Trust
Monumento Nacional Isla Uvita	Tortugas marinas	WIDECAST
RNVS Pejeverro (Osa), Carate y Río Oro*	Tortugas marinas	Amigos de Osa, Fundación Corcovado
Ostional*	Tortugas marinas	Escuela de Biología-UCR, ADIO
Playa Junquillal	Tortugas marinas	Asociación Verdi Azul
Playa Nancite	Tortugas marinas	Programas de voluntarios
Playa Naranjo*	Tortugas marinas	Programas de voluntarios
Playa Hermosa*	Tortugas marinas	Programas de voluntarios
Refugio Caletas Ario*	Tortugas marinas, pargo mancha	PRETOMA
PN Corcovado*	Tiburón	PRETOMA
Costa Pacifico - Caribe	Cetáceos encallados	Keto – 2004 al presente
*Área Marina Protegida		

El monitoreo de arrecifes coralinos se lleva a cabo en ambas costas, Caribe y Pacífico, y es realizado por el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica. En la costa Caribe este monitoreo se lleva a cabo desde 1999 en el Parque Nacional Cahuita (arrecifes y pastos marinos) y en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (bosques de manglar) (Fonseca et al. 2007b) utilizando los protocolos del Programa de productividad marina y costera del Caribe (CARICOMP; Cortés 1998, Fonseca et al. 2006). En la costa Pacífica, el monitoreo arrecifal se lleva a cabo en zonas no protegidas: en Bahía Culebra, se realiza desde 1998 de manera mensual, y cuenta con el apoyo del proyecto del Instituto Costarricense de Turismo “Ecodesarrollo Papagayo”; de manera similar, en Bahía Salinas, se realiza desde 2003. En áreas protegidas: Área de Conservación Guanacaste, cuenta con un monitoreo bimensual desde los años 90s en varios sectores de las Islas Murciélagos; en la Reserva Biológica Isla del Caño, se llevó a cabo un monitoreo anual de los ambientes arrecifales desde 1984 hasta el 2000 y en los últimos 9 años se han hecho monitoreos aislados; en el Parque Nacional Marino Ballena, se realizó un monitoreo intenso idéntico al de Bahía Culebra entre el 2003 y el 2005 (Alvarado et al. 2005 2009); en el PN Isla del Coco, el programa de monitoreo forma parte de una iniciativa regional denominada “Corredor Marino de Conservación del Pacífico Oriental Tropical”, en el cual se utiliza una metodología estándar (Edgar et al. 2004) compatible para comparar resultados con las Islas Galápagos, Ecuador y la Isla Malpelo, Colombia. El CIMAR lleva a cabo este monitoreo desde el 2006 en conjunto con Conservación Internacional, cada año con al menos dos visitas al año a la isla.

En cuanto a tiburones la organización no gubernamental PRETOMA (Programa de Restauración de Tortugas Marinas), ha estado estudiando la abundancia relativa de los tiburones en las pesquerías costarricenses de palangre y artesanales desde 1999. A partir del 2004, por medio de sociedades con Shark Research Institute y el Southwest Fisheries Science Center de la NOAA, PRETOMA está estudiando las migraciones de tiburones pelágicos en el Parque Nacional Isla del Coco y la ZEE de Costa Rica, utilizando monitoreo con telemetría acústica y satelital. Asimismo en el 2006 esta organización inició una red de avistamientos de tiburón ballena, involucrando a compañías de buceo, pescadores, operadores de turismo, pilotos, y el público general (www.pretoma.org). Asimismo Misión Tiburón es otra ONG que está monitoreando tiburones por medio del marcaje por satélite (www.misiontiburon.org).

La Fundación KETO y el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica, realizan monitoreo de la riqueza y abundancia de peces en los puntos de buceo a pulmón y con tanque en la RB Isla del Caño, en Bahía Culebra y en el PN Marino Ballena, utilizando la metodología REEF y Reef Check (pers. com. Damián Martínez; www.fundacionketo.org).

En cuanto a tortugas marinas Costa Rica es el país que tiene el más antiguo de los proyectos de monitoreo de las tortugas marinas de la región Caribe de Centroamérica. Desde 1960 la Corporación Caribeña de Conservación (CCC), hoy llamada "Sea Turtle Conservation (STC)" le da seguimiento e investiga el desove de la tortuga verde en el Parque Nacional de Tortuguero. Esfuerzos más recientes se desarrollan en la Reserva Privada de Mondonguillo, en el Parque Nacional Cahuita y en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca/Manzanillo (Chacón et al. 2000).

Durante cincuenta años, la STC en conjunto con los guardaparques del Parque Nacional Tortuguero, han realizado un monitoreo anual de la anidación de tortugas en las 21 millas de playa negra (Capmbell et al. 1996). En esta playa anidan más tortugas verdes que en cualquier otra playa del Hemisferio Oeste (Caribbean Conservation Corporation 2006). Este programa ha proporcionado mucha información sobre ecología reproductiva y hábitos migratorios de varias especies de tortugas marinas (Capmbell et al. 1996, Caribbean Conservation Corporation 2006). El proyecto de monitoreo sub-acuático de tortugas marinas del Caribe Sur empezó sus actividades en el Parque Nacional Cahuita (PNC) en el 2005. En la playa de Gandoca, jurisdicción del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo (REGAMA), Caribe sur de Costa Rica, el Programa de Investigación y Conservación de Tortugas Marinas, ha desarrollado desde el año de 1990 al 2004 el monitoreo sistemático de los eventos de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) que es la especie que se registra en mayor proporción de anidación en esta playa (Chacón-Chaverri 1999, Chacón-Chaverri y Eckert 2007, Chaverri y Arancibia-Lopez 2007).

En la costa Pacífica de Costa Rica, existen varios esfuerzos de monitoreo desde hace varios años; principalmente en playa Nancite, playa Naranjo, complejo de playas del Parque Nacional Marino La Baulas, Ostional y en el Pacífico Sur. Estos esfuerzos se desarrollan en coordinación entre Universidades, funcionarios del Sistema nacional de Áreas Protegidas (SINAC) y organizaciones no gubernamentales, como PRETOMA (Programa de Restauración de Tortugas marinas), Earth Island Institute, Fundación CECROPIA, Fundación Tuva, ADECORO, Fundación Corcovado y Asociación Widecast. Desde el 2005 la organización World Wildlife Fund (WWF) comenzó el monitoreo de la anidación de tortugas marinas en Playa Junquillal incluyendo el monitoreo de variables y diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático (Ana Fonseca com. pers., 2010), y hoy en día se retiró WWF y la comunidad local creó una ONG llamada Asociación Verdi Azul para continuar con el monitoreo. En el Parque Nacional Marino Las Baulas, los funcionarios del SINAC en conjunto con organizaciones no gubernamentales como The Leatherback Trust e investigadores internacionales llevan a cabo actividades de monitoreo desde hace 15 años (Steyermark et al., 1996, Reina et al. 2002) Chaves et al. (1996), iniciaron una investigación de tortugas baulas en Playa Langosta entre 1991 y 1992, Sin embargo no fue sino hasta la temporada de 1997 y 1998 que inició el Proyecto de Conservación de Tortuga de Mar en Playa Langosta con un monitoreo continuo hasta el presente (Rotney Piedra com. pers). En el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Ostional, desde hace 30 años la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica ha monitoreado la actividad de anidación de las arribadas de la tortuga lora, *Lepidochelys olivácea*. En la actualidad este monitoreo se realiza con la colaboración de la Asociación de Desarrollo de Ostional (ADIO) (Gerardo Chávez com. pers., 2009). El Programa de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Osa viene desarrollando actividades de conservación, monitoreo y educación ambiental en la zona desde el 2004 (Sánchez 2006). PRETOMA inició el proyecto de Monitoreo e Investigación de tortugas marinas en el Parque Nacional Isla del Coco en el 2009 (<http://www.pretoma.org/es/sea-turtles-2/sea-turtle-satellite-tracking/>) en el cual se marcan tortugas con dispositivos satelitales de rastreo.

En cuanto a aves marinas desde el 2005 se llevan a cabo censos de aves por parte de la Unión de Ornitólogos de Costa Rica (<http://www.uniondeornitologos.org/>) (Gilbert Barrantes com pers). Estos censos tienen como objetivo conocer la riqueza o variedad de especies de aves tanto residentes como migratorias y los números de cada especie. La Asociación Ornitológica de Costa Rica realiza desde el año 1985 los conteos navideños de aves que son llevados a cabo por voluntarios (<http://www.avesdecostarica.org>).

En cuanto a cetáceos a nivel internacional Southwest Fisheries Science Center (SWFSC), realizan un programa de monitoreo en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico de Costa Rica (ZEEP), existen datos de monitoreo del período 1979 a 2001 (SWFSC, CIMAR y Cascadia 2009). Asimismo se cuentan con datos del programa internacional de monitoreo de cetáceos SPLASH (Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpbacks) el cuál ha finalizado, sin embargo la organización Cascadia continua de manera esporádica y sin un formato sistematizado como lo fue el proyecto original. Este representa uno de los estudios de cooperación internacional más grandes de las poblaciones de ballena jorobada e implicó más de 50 grupos de investigación y a más de 400 investigadores en 10 países. Fue apoyado por varias agencias y organizaciones incluyendo el Servicio Marino Nacional de Pesquerías (National Marine Fisheries Service), el Programa Nacional del Santuario Marino (National Marine Sanctuary Program), las Fundaciones National Fish and Wildlife y Pacific Life, así como el Departamento de Pesquerías y Océanos Canadá, la Comisión para la Cooperación Ambiental, con apoyo adicional de varias otras organizaciones y gobiernos para el esfuerzo en cada región específica.

A nivel nacional existen organizaciones no gubernamentales que trabajan en el monitoreo de cetáceos: Fundación PROMAR, trabaja principalmente en la región del Pacífico Sur con el monitoreo de encallamientos, en el que participan funcionarios del MINAE (Javier Rodríguez com. pers.). La Fundación Keto desde diciembre del 2004 se encuentra trabajando en el área dentro y entre el Parque Nacional Marino Ballena y la Reserva Biológica Isla del Caño realizando un monitoreo mensual. Además durante todo el año, a lo largo del todo el país (dentro o fuera del AMPs), se monitorea animales encallados (delfines o ballenas) para determinar las causas de muerte; este programa es llevado a cabo por la Fundación Keto, personal del Programa de Investigación Enfermedades Tropicales (PIET), de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Nacional (UNA) y participan también funcionarios del MINAE y del Servicio de Guardacostas de Puntarenas y Quepos (Damián Martínez com. pers.).

El monitoreo de manatíes, sirénidos (*Trichechus manatus*), en Costa Rica, lo lleva a cabo la Fundación Salvemos al Manatí (www.fundacionmanati.org) en la parte norte de la costa Caribeña. Este monitoreo lo vienen haciendo desde 1996 en el área de conservación Tortuguero (Jiménez-Pérez 2005).

3. Objetivos e indicadores del monitoreo

La presente iniciativa de monitoreo se enmarca dentro del PROMEC-CR. Por lo tanto, los objetivos definidos por este se aplican en la totalidad y se amplian al monitoreo de la biodiversidad marino-costera nacional, sin embargo estos objetivos podrían ser modelo para una escala regional. (Recuadro 1).

Recuadro 1. Objetivos del PROMEC-CR. (SINAC 2007)

1. Se dispone de la capacidad científica, técnica e institucional para la ejecución del PROMEC-CR en el país como herramienta de manejo para la conservación.
2. El PROMEC-CR es llevado a la práctica mediante un marco institucional adecuado.
3. El PROMEC-CR está integrado a la cultura institucional del Estado costarricense.
4. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias iniciales.
5. La información generada por el programa de monitoreo se utiliza en la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional.

3.1 Objetivo del monitoreo de la biodiversidad marino-costera

Específicamente y derivado del Objetivo 4 del Recuadro 1, para el componente marino-costero del PROMEC-CR se pretende conocer el estado de conservación de poblaciones de especies seleccionadas y ecosistemas marino costeros, permitiendo determinar de forma temprana impactos de diferentes amenazas y si las acciones de manejo y conservación que se tomen están siendo efectivas.

3.2 Definición de elementos de biodiversidad sujetos de monitoreo

Durante la elaboración de este plan de monitoreo se identificaron 6 objetos de conservación que fueron validados durante los talleres de científicos y de personal del SINAC:

1. Playas arenosas y rocosas
2. Arrecifes y comunidades coralinas
3. Manglares
4. Pastos marinos
5. Aves marinas y costeras
6. Cetáceos: sitios de agregación de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*, Pacífico) y del el delfín manchado (*Stenella attenuata graffmanni*, Pacífico)
7. * Playas de anidación de Tortugas Marinas
3 tortugas del Pacífico: Baula del Pacífico (*Dermochelys coriacea*), Tortuga Verde del Pacífico (*Chelonia mydas agassizi*), Tortuga Carey del Pacífico (*Eretmochelys imbricata*) y 3 tortugas en el Caribe: Tortuga Carey del Caribe (*Eretmochelys imbricata*), Tortuga verde del Caribe (*Chelonia mydas*) y la tortuga baula del Caribe (*Dermochelys coriacea*).
8. Tiburones
Tiburón ballena (*Rhincodon typus*), martillo (*Sphyrna lewini*), toro (*Carcharhinus leucas*) y tiburón punta blanca (*Triaenodon obesus*)

Estos objetos representan organismos u ecosistemas clave para medir el estado de biodiversidad marino-costera del país. En este sentido tales objetos representan la biodiversidad marino-costera y pueden entonces ser utilizados para efectos de monitoreo a escala nacional.

En Costa Rica existen esfuerzos importantes para el monitoreo de los objetos de conservación arriba identificados. Sin embargo, no en todos los casos existe información disponible para el desarrollo de indicadores a nivel nacional (Cuadro 3).

3.4 Selección de los indicadores para el monitoreo

Dado que los indicadores son un parámetro cualitativo o cuantitativo que sirven para comprobar el cumplimiento de un criterio, el proceso de selección de los indicadores, toma en cuenta los esfuerzos y capacidades actuales que tiene el país en esta materia, de acuerdo con lo fundamentado en la sección 2 de este documento. Aunado a esto se considerará un verificador como la fuente de información o un valor referencial del indicador.

El Cuadro 3 muestra una clasificación de los objetos de conservación para implementar indicadores de la biodiversidad marino-costera de acuerdo a la información existente y posibilidades de generar esta información en el país. Esta información permite dividir los indicadores de acuerdo a la posibilidad de ser implementado en forma inmediata o si el indicador y sus verificadores deben desarrollarse. Para cada de los indicadores propuestos se indica esta característica.

Cuadro 3. Capacidad actual de país para implementar indicadores de monitoreo de la biodiversidad marino-costera.

Elemento Focal de Manejo	Aplicación inmediata	Desarrollo y prueba
Playas arenosas y rocosas	◆	
Arrecifes y comunidades coralinas	◆	-
Manglares	-	◆
Aves marinas y costeras	-	◆
Cetáceos	◆	
Tortugas marinas	◆	-
Tiburones	-	◆
Pastos marinos	◆	-

Como ejes transversales a todos los objetos de conservación se debe resaltar el grado de amenaza en el que se encuentra, la efectividad de manejo en el Área Marina Protegida. El primero debe desarrollarse bajo el contexto de cada indicador y el segundo debe aplicarse de forma inmediata para determinar la realidad de la puesta en práctica de los indicadores y verificadores por Elemento Focal de Manejo. Otro criterio fundamental para la selección de los indicadores es la escala a la cual se pretende implementar el Programa de Monitoreo, que es la escala nacional. De esta forma, los indicadores deberán mostrar cambios y tendencias para la toma de decisiones a esta escala. Sin embargo no se limita a que estos se puedan aplicar en una escala regional.

Igualmente, la propuesta de indicadores trata de mantener la lógica metodológica desarrollada para el Programa de Monitoreo en su componente terrestre (SINAC 2007). Un elemento que se toma en cuenta para la selección de indicadores es tratar de buscar un balance entre indicadores a nivel de ecosistemas y a nivel de especies.

La fuente de información principal para la selección de los verificadores fueron los protocolos de monitoreo existentes (como por ejemplo Healthy Reefs y CARICOMP) que fueron evaluados, parcialmente en el taller de consulta para evaluar la efectividad de las AMPs (Herrera y Gordon 2010).

Los indicadores aquí propuestos se dividen en dos categorías, según el grado de rigurosidad científica de la información y la aplicación al proceso de toma de decisiones de gestión. El primer grupo de indicadores, proviene de información recolectada de acuerdo a rigurosos protocolos y a largo plazo, y brinda información sobre la integridad de los ecosistemas y la viabilidad de las poblaciones. El segundo grupo de indicadores, brinda información temprana sobre cambios observados repentinos en la biodiversidad, y que por lo tanto requiere de atención y mayor investigación para comprender dicho fenómeno. Ambos tipo de indicadores son complementarios tanto en el proceso de gestión como en el análisis de la información.

3.5. Indicadores del estado de la biodiversidad

Indicador 1. Área y cobertura actuales dentro y fuera de las ASP marino-costeras o con componente marino-costero.	
Objetivo	Determinar el área remanente de hábitat natural en cada uno de los ecosistemas marino costeros, el área total y el área absoluta y porcentual que está representada en diferentes categorías de áreas protegidas.
Metodología	Mediciones de cobertura en campo.
Aplicación	Inmediata
Verificadores	
<i>Arrecifes y comunidades coralinas</i>	
i. % total de coral vivo;	
ii. % total de macroalgas, tapete algal, y algas coralinas incrustantes;	
iii. % total de coral muerto	
<i>Manglares</i>	
i. % Cobertura boscosa total y por especie de mangle	
ii. Tasa de reclutamiento de plántulas	
<i>Pastos Marinos</i>	
i. Cobertura y biomasa midiendo parches en campo)	

Indicador 2. Estructura, composición y tasa de reclutamiento de las poblaciones de tiburones.	
Objetivo	Determinar el tipo y el grado de cambio en biomasa, estructura y composición de las poblaciones de tiburones (abundancia de las especies seleccionadas en la sección 3.2)
Metodología	Desarrollar protocolos con expertos
Aplicación	Inmediata.
Verificadores	
<i>Tiburones</i>	
<ul style="list-style-type: none"> i. Densidad poblacional de cada especie de tiburón en un área determinada mediante censos visuales ii. Tallas de las especies de tiburón observadas en censos visuales iii. Talla, peso y sexo de especies de tiburón capturadas por pesca en los desembarques. iv. Estadísticas de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) v. 	

Indicador 3. Índice de lista roja de las aves marino costeras.	
Objetivo	Determinar el grado de amenaza de las especies de aves asociadas a hábitats marino costeras del país y su tasa de cambio
Aplicación	Inmediata.
Metodología	Requiere desarrollo. Se recomienda articular este indicador con los monitores que realizan la Unión de Ornitólogos, en conjunto con la Asociación Ornitológica. La de UICN para la asignación de especies a categorías de amenaza y para el cálculo de la Lista Roja. Conteo de aves y su respectiva asignación de las categorías de la UICN a lo observado en los censos.
Observaciones	El desarrollo de este indicador con el respectivo verificador, debe integrarse a los esfuerzos que se realicen para el desarrollo del indicador similar para el componente terrestre (ver SINAC 2007). El fundamento técnico para este indicador se encuentra también en SINAC (2007). Este monitoreo es importante realizarlo en áreas protegidas costeras o insulares sin componente marino (i.e. Islas Negritos, entre otras del Golfo de Nicoya)

Indicador 4. Estructura, composición y tasas de recambio en poblaciones de cetáceos y tortugas marinas.	
Objetivo	Determinar el tipo y el grado de cambio en métricas básicas de estructura y composición de poblaciones de cetáceos y tortugas marinas.
Metodología	Para Ballenas y Delfines utilizar la metodología de monitoreo de la Fundación Keto. Para tortugas ver la metodología establecida para PROMEC elaborada por Didier Chacón.
Aplicación	Inmediata.
Verificadores	
<i>Ballenas y Delfines (Cetáceos Marinos)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> i. Frecuencia relativa de presencia/ausencia (incluyendo estacionalidad) ii. Cambio estacional y anual en el tamaño de grupo iii. Cambio anual en el tamaño de población(es). iv. Promedio mensual de encallamientos y nº de individuos/encallamiento/especie (todas aquellas especies que encallen). 	
<i>Tortugas marinas</i>	
<ul style="list-style-type: none"> i. Abundancia= número de nidos por año como indicador indirecto de número de hembras; ii. Éxito de eclosión=número de neonatos nacidos como indicador de número de neonatos que llega al agua calculado); iii. Índice de mortalidad= varamiento= número de tortugas varadas en playa iv. Proporción de sexos= Temperatura en nidos. 	

Indicador 5. Grado de amenaza asociados a los ecosistemas y especies (objetos de conservación).	
Objetivo	Identificar y describir los parámetros físico-químicos principales que afectan (positiva o negativamente) las especies, poblaciones, comunidades o ecosistemas marinos y costeros. Identificar tendencias y cambios en condiciones climáticas. Establecer relaciones entre las magnitudes de estos parámetros con los aspectos biológicos.
Metodología	Análisis de imágenes satelitales y mediciones de campo.
Aplicación	Requiere desarrollo.

Indicador 6. Avance y efectividad en la gestión de las áreas protegidas marino-costeras y con componente marino-costero.	
Objetivo	Determinar la efectividad del manejo de las áreas protegidas estatales marinas o aquellas con componente marino costero en sus dimensiones recursos naturales, socioeconómica, político legal y administrativa. Determinar la relación entre la efectividad de manejo con los valores y tendencias de los indicadores.
Metodología	Análisis de datos de las evaluaciones de efectividad de manejo considerando indicadores para la evaluación de la gestión del componente marino-costero.
Aplicación	Requiere desarrollo con expertos en el tema. Su aplicación debe ser parte de un programa de las Áreas de Conservación y específicamente de las Áreas Marinas Protegidas.

3.6 Indicadores de alerta temprana

Los indicadores propuestos en esta sección, tienen como objetivo brindar información temprana sobre potenciales cambios en el estado de los objetos de conservación seleccionados. Adicionalmente la información que brindan puede ser complementaria a la obtenida con los indicadores propuestos arriba.

Estos indicadores brindan una descripción cualitativa y cuantitativa al realizar una contabilización sistemática de cambios detectados en el estado de los recursos o los ecosistemas y el ambiente en general siguiendo un protocolo sencillo establecido entre los funcionarios encargados de vigilancia e investigación de las Áreas Marinas Protegidas, y de ser posible acompañado con especialistas científicos, que incluya la elaboración de informes y un sistema de transferencia inmediata de la información. Este sistema permite crear una línea base de datos, tomados con mayor frecuencia que los tomados por científicos que visitan las áreas marinas protegidas esporádicamente; los datos generados deben luego ser analizados por los científicos. Estas variables indicadoras fueron seleccionadas a criterio de los expertos que atendieron los talleres con base en experiencias previas de monitoreo participativo.

Elemento Focal de Manejo	Variables	Protocolo	Periodicidad
Arrecifes y comunidades coralinos	<ul style="list-style-type: none"> a. Cobertura de coral vivo. b. Blanqueamiento, mortalidad, quebradura de corales, enfermedades, colonias volteadas, daños por anclas c. Temperatura y salinidad d. Abundancia de peces e. Presencia ausencia de invertebrados f. Turismo a pulmón y con tanque 	<ul style="list-style-type: none"> a. Reef Check b. Reef Check c. CARICOMP d. REEF, IncoFISH e. REEF f. Buenas prácticas de buceo y snorkeling de los turistas y comunidades locales 	<ul style="list-style-type: none"> a. Anual b. Diaria c. Diaria d. BIANUAL e. Mensual f. Mensual
Manglares,	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura de manglar, lagunas costeras y otros humedales Productividad Tasa de crecimiento Mortalidad de organismos Corta de mangle Contaminación por hidrocarburos Muerte de manglar Manglar enfermo Invasión de manglares por actividades humanas Construcción de barreras que afectan el flujo hídrico Aportes de sedimentos. Construcciones 	<ul style="list-style-type: none"> CARICOMP Observación 	<ul style="list-style-type: none"> Mensual Diaria
Pastos marinos	<ul style="list-style-type: none"> a. Cobertura, densidad y altura de pastos marinos. Floración / reproducción sexual b. Presencia de especies invasoras. Afectación puntual (marchita, muerte, proliferaciones algales, etc. c. Herbivoría d. Organismos asociados (presencia, blanqueamiento, enfermedades, etc.) e. Productividad f. Biomasa g. Crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> a. CARICOMP b. NaGISA c. Observación 	<ul style="list-style-type: none"> Mensual

Elemento Focal de Manejo	VARIABLES	Protocolo	Periodicidad
Cetáceos	Número de avistamientos de organismos vivos, lesionados, encallados y muertos Captura incidental Número de tours o visitas guiadas y número de personas por embarcación Número de embarcaciones realizando avistamiento en áreas específicas	Observación (Guardacostas, guardaparques y estudiantes pueden tomar datos de avistamiento con GPS, sin embargo se necesita capacitación para identificar especies).	Diaria, mensual
Tortugas marinas	Número de avistamientos de organismos vivos, enfermos y muertos (incluidos varamientos) Capturas incidentales en pesquerías. (Mortalidad y Distribución). # de hembras anidantes / # de nidos. Éxito de eclosión (sobrevivencia). Contaminación lumínica Temperatura y humedad de nidos Rastros, huellas	Patrullaje de playas de anidación de tortugas marinas Trabajo de observadores a bordo de embarcaciones comerciales, se debe de diseñar el protocolo (formularios) para cada pesquería, ya hay protocolos: WWF-CIAT. R055-2007 SINAC, manual de la UICN (1999), CIT (2007). R055-2007 SINAC, manual de la UICN (1999), CIT (2007). Ecological associates inc. (2002). Coastal roadway lighting manual. Witherington y Martin (2003). Sensores	Mensual

3.7 Sitios para monitoreo

Además de los indicadores propuestos, en el Cuadro 4 se proponen los sitios mínimos requeridos para el monitoreo de los objetos de conservación. Se indica en el mismo aquellas localidades en donde deben recopilarse los indicadores de estado y los de alerta temprana.

Cuadro 4. Sitios prioritarios para el monitoreo de indicadores de estado y alerta temprana.

Elemento Focal de Manejo	Indicadores de estado		Indicadores de alerta temprana	
	Costa del Pacífico	Costa del Caribe	Costa del Pacífico	Costa del Caribe
Cetáceos y Tortugas marinas	ACG ACT ACMIC ACOSA ACOPAC	ACLAC ACTo	Toda las zona costeras del Pacífico y Caribe que estén protegidas	
Arrecifes coralinos y rocosos	Isla del Coco Isla del Caño Marino Ballena Manuel Antonio Bahía Culebra* Islas Murciélago en ACG	Cahuita Quiribrí Uvita Gandoca Manzanillo	Isla del Coco Isla del Caño Marino Ballena Manuel Antonio Islas Murciélago en ACG	Cahuita Quiribrí, Uvita Gandoca Manzanillo
Pastos marinos	Pacífico (búsqueda de praderas anteriormente reportadas, búsqueda de nuevas)	Cahuita Gandoca – Manzanillo Moín, Limón	Pacífico (búsqueda de praderas anteriormente reportadas, búsqueda de nuevas)	Cahuita Gandoca – Manzanillo Moín, Limón
Manglares	Térraba - Sierpe Estero Puntarenas Parque Nacional Marino Ballena	Tortuguero Gandoca Manzanillo	Terraba - Sierpe Estero Puntarenas Parque Nacional Marino Ballena	Tortuguero Gandoca Manzanillo
Tiburones	Isla del Coco Santa Rosa Tarcoles* Golfo Dulce*	Barra Colorado	Isla del Coco Santa Rosa	Barra Colorado

*Áreas fuera de áreas silvestres protegidas

Como nota complementaria al Cuadro 1, las zonas de monitoreo recomendadas (mínimo) para las tortugas marinas son las siguientes: (a) una en el Caribe cercano a las desembocaduras de los ríos Parismina y Pacuare donde anidan las 3 especies de tortugas; por lo que, en un solo monitoreo se incluye a todas las especies de tortugas marinas, (b) Pacífico Norte (e.g. Ostional, Naranjo-Nancite); (d) Pacífico Central; (f) Golfo Dulce. Todo ello dependiendo de la disponibilidad de fondos para el monitoreo. En el Pacífico hay que definir dónde es más práctico para abordar la mayoría de las especies. Las zonas de monitoreo para los pastos marinos deberán incluir el Caribe sur (Cahuita-CIMAR) y el Golfo Dulce (CIMAR y WideCast).

Literatura citada

- Alvarado, J.J., B. Herrera, L. Corrales, J. Asch y P. Paaby. 2011. Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (59): 829-842.
- Alvarado, J.J., J. Cortés, M.F. Esquivel & E Salas. 2012. Costa Rica's Marine Protected Areas: status and perspectives. *Revista de Biología Tropical* 60 (1): 129-142
- Alvarado, J.J., J. Cortes & C. Fernández. 2009. Water quality conditions on coral reefs at the Marino Ballena National Park, Pacific Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 84: 137–152.
- Alvarado, J.J., J. Cortés, C. Fernández & J. Nivia. 2005. Coral communities and coral reefs of Ballena Marine National Park, Pacific coast of Costa Rica. *Ciencias Marinas* 31: 641-651.
- Arauz, R., S. Crossland, G. Miller & A. Myers. 2001. Sea turtle conservation and research using coastal community organizations as the cornerstone of support. *In Report (July –December 2000) to PRETOMA, San José, Costa Rica.* 17 p.
- Balmford, A., Crane P., Dobson A., Green R.E., Mace G.M., 2007. The 2010 challenge: data availability, information needs and extraterrestrial insights. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 221-228.
- Bohrmann, G., K. Heeschen, C. Jung, W. Weinrebe, B. Baranov, B. Cailleau, R. Heath, V. Huhnerbach, M. Hort, D. Masson & I. Trummer. 2002. Widespread fluid expulsion along the seafloor of the Costa Rica convergent margin. *Terra Nova* 14: 69-79.
- Breedy, O., J. J. Alvarado, C. Fernández y J. Cortés. 2009. Monitoreo de la biodiversidad marino costera en las áreas marinas protegidas de Costa Rica. Informe técnico. CIMAR/TNC. 90 p.
- Buckland, S.T., Magurran A.E., Green R.E., Fewster R.M., 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Phil. Trans. R. Soc. B* 36, 243-254.
- Campbell, C.L., C.J. Lageux & J.A. Mortimer. 1996. Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*, nesting at Tortuguero, Costa Rica, in 1995. *Chelonian Conservation and Biology* 2(2):169-172.
- Cárdenes G. & L.G. Obando. 2005. Índice de erosión-sedimentación costera (IE-SC): una aplicación en la costa del Pacífico central de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central* 32: 33-43.
- CARICOMP. 2001. CARICOMP Methods Manual Level I and II. Manual of Methods for Mapping and Monitoring of Physical and Biological Parameters in the Coastal Zone of the Caribbean. CARICOMP Data Management Centre, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica.
- Caribbean Conservation Corporation. 2006. Tracking our path to the future. Annual Report. Mimeografiado. 24 p.

- Coates, A.G., J.B.C. Jackson, L.S. Collins, T.M. Cronin, H.J. Dowset, L.M. Bybell, P. Jung & J. Obando. 1992. Closure of the Isthmus of Panama: the near-shore marine records of Costa Rica and western Panama. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 104: 814-828.
- Cooper, T.F., J.P. Gilmour & K.E. Fabricius. 2009. Bioindicators of changes in water quality on coral reefs: review and recommendations for monitoring programmes. *Coral Reefs* 28: 589-606.
- Cooposolidar. 2013. Fortaleciendo la Gobernanza Marina desde las Comunidades de Pesca Artesanal: Áreas Marinas de Pesca Responsable y la Visión desde sus Protagonistas en el Mar. San José. 65 p.
- Cortés, J. & I. S. Wehrtmann. 2009. Diversity of marine habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica. *In*: I. S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86. Springer, Berlin.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 36: 339-356.
- Cortés, J. 1998. Cahuita and Laguna Gandoca, Costa Rica, p. 107-113. In B. Kjerfve (ed.). *CARICOMP: Caribbean Coral Reef, Seagrass and mangroves sites*. UNESCO, Paris.
- Cortés, J. 2007. Coastal morphology and coral reefs, p. 185-200. In J. Bundschuh & G.E. Alvarado (eds.). *Central America: Geology, Resources, and Hazards*. Vol. 1. Taylor & Francis, UK.
- Chacón-Chaverri D. & C. Arancibia. 2007. Anidación de la Tortuga Baula, *Dermochelys coriacea*, en Playa Gandoca, Caribe Sur, Costa Rica. Programa de conservación de Tortugas Marinas del Caribe Sur, Talamanca, Costa Rica. Asociación Wildcast. Mimeografiado. 47p
- Chacón-Chaverri, D. & K.L. Eckert. 2007. Leatherback Sea Turtle Nesting at Gandoca Beach in Caribbean Costa Rica: Management Recommendations from Fifteen Years of Conservation. *Chelonian Conservation and Biology* 6(1):101-110.
- Chacón-Chaverri, D. 1999. Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en Playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). *Rev. Biol. Trop.* 47 (1-2): 225-236.
- Chacón-Chaverri, D., N. Valerín & M.V. Cajiao. 2000. Manual para mejores prácticas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Mimeografiado. 139 p.
- Chaves, A., G. Serrano, G. Marin, E. Arguedas, A. Jimenez & J.R. Spotila. 1996. Biology and conservation of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, at Playa Langosta, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 2(2): 184-189.
- Danielsen, F., Burgess N.D., Balmford A., 2005. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodivers. Conserv.* 14, 2507-2542.

- Denny, M.W. & s.d. Gaines. 2007. *Encyclopedia of Tidepools & Rocky Shores*. University of California Press, Berkeley. 705 p.
- Drake, D.L. 1996. Marine turtle nesting, nest predation, hatch frequency and nesting seasonality on the Osa Peninsula, Costa Rica. *Chelon. Conserv. Biol.* 2: 89-92.
- Eckert, K.L, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois & M. Donnelly. 2000. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Consolidated Graphic Communications, Pennsylvania. 270p.
- Edgar, G. J., S. Banks, J. M. Fariña, M. Calvopiña, and C. Martínez. 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galápagos archipelago. *J. Biogeogr.* 31: 1107-1124.
- Fonseca E., A.C., E. Salas & J. Cortés. 2006. Monitoreo del arrecife coralino Meager Shoal, Parque Nacional Cahuita (sitio CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.* 54: 755-763.
- Fonseca E., A.C., J. Cortés & P. Zamora. 2007b. Monitoreo del manglar de Gandoca, Costa Rica (Sitio CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.* 55: 23-31.
- Fonseca E., A.C., V. Nielsen M. & J. Cortés. 2007a. Monitoreo de pastos marinos en Perezoso, sitio CARICOMP en Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 55: 55-66.
- Fonseca, A.C. 2003. A rapid assessment at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999 (Part 1: stony corals and algae). *In: J.C. Lang (Ed.). Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program*. Atoll Res. Bull. 496: 248-257.
- Fonseca, E., A.C. & C. Gamboa. 2003. A rapid assessment at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999 (Part 2: reef fishes). *In: J.C. Lang (Ed.). Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program*. Atoll Res. Bull. 496: 258-267.
- Gaines, W.L., Harrod R.J., Lehmkuhl J.F., 1999. *Monitoring biodiversity: quantification and interpretation*. Gen. Tech. Rep. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwestern Research Station, Portland.
- Granados-Barba, A., V. Solís-Weiss & R. Bernal-Ramírez. 2002. *Métodos de muestreo en la Investigación Oceanográfica*. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México DF. 448 p.
- Gray, J.S. 1997. *Marine biodiversity: patterns, trends and conservation needs*. GESAMP reports and studies No. 62. 24 pp.
- Hancock, J. 2007. *Proyecto de Monitoreo In-Water de tortugas marinas del Caribe Sur, Costa Rica*. Programa de conservación de Tortugas Marinas del Caribe Sur, Talamanca, Costa Rica. Asociación Wildcast. Mimeografiado. 25p.

- Henry, P.Y., Lengyel S., Nowicki P., Julliard R., Clobert J., Čelik T., Gruber B., Schmeller D.S, Babij V., Henle K., 2008. Integrating ongoing biodiversity monitoring: potential benefits and methods. *Biodivers. Conserv.* 17, 3357-3382.
- Herrera, B. & D. Gordon. 2010. Forever Costa Rica Measures Workshop. March 16-18, 2010, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Technical Report. TNC. 35 p.
- Jiménez-Pérez, I. 2005. Actualización del estado de conservación del manatí en el noreste de Costa Rica: distribución, abundancia, amenazas y acciones de conservación (1996-2005). Fundación Salvemos al Manatí de Costa Rica/Centro Internacional de Estrategias Ambientales, Heredia. 17 p.
- Kjerfve, B., J.C. Ogden, J. Garzón-Ferreira, E. Jordán-Dahlgren, D. De Meyer, P. Penchaszadeh, W.J. Wiebe, J.D. Woodley & J.C. Z ieman. 1998. CARICOMP: a Caribbean network of marine laboratorios, Parks, and reserves for coastal monitoring and scientific collaboration, p. 1-16. In B. Kjerfve (ed.). CARICOMP: Caribbean Coral Reef, Seagrass and mangroves sites. UNESCO, Paris.
- Kremen, C., Merenlender A.D., Murphy D.D., 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conserv. Biol.* 8, 388-397.
- Lalli, C.W. & T.R. Parsons. 1997. *Biological Oceanography: An Introduction*. Butterworth & Heinemann, Oxford. 314 p.
- Lengyel, S., Kobler A., Kutnar L., Framstad E., Henry P.Y., Babij V., Gruber B., Schmeller D., Henle K., 2008. A review and a framework for the integration of biodiversity monitoring at the habitat level. *Biodivers. Conserv.* 17, 3341-3356.
- Loh, J., Green R.E., Ricketts T., Lamoreux J., Jenkins M., Kapos V., Randers J., 2005. The living planet index: using species to track trends in biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 289-295.
- Mann, K.H. & J.R.N. Lazier. 1996. *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans*. Blackwell Science, Oxford. 394.
- Mann, K.H. 2000. *Ecology of Coastal Waters: With Implications for Management*. Blackwell Science, Oxford. 406 p.
- May-Collado, L., T. Gerrodette, J. Calambokidis, K. Rasmussen & I. Sereg. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.* 53: 249-263.
- McLachlan, A. & A.C. Brown. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press, San Diego, California. 392 p.
- Montoya F. & C. Drews 2006. *Livelihoods, Community Well-Being, and Species Conservation. A Guide for Understanding, Evaluating and Improving the Links in the Context of Marine Turtle Programs*. WWF - Marine and Species Program for Latin America and the Caribbean, San Jose, Costa Rica.

- Mora P., A. 2006. Áreas marinas protegidas y áreas marinas de uso múltiple: Notas para una discusión/ Anayansi Mora Palma, Ana Gloria Guzmán Mora, Cindy Fernández García. 1 ed. San Jose, C.R. Fundacion Marviva, 112p.
- Nichols, J.D., Williams B.K., 2006. Monitoring for conservation. *Trends Ecol. Evol.* 21, 668-673.
- Nielsen-Muñoz, V. & M.A. Quesada-Alpizar (eds.). 2006. Ambientes Marino Costeros de Costa Rica- Informe Técnico. Comisión Interdisciplinaria marino costera de la zona económica exclusiva de Costa Rica, San José, Costa Rica. 219 p.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Obando-Acuña. V. 2002. Biodiversidad en Costa Rica: estado del conocimiento y gestión. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 250 p.
- Pauly, D., Watson R., 2005. Background and interpretation of the “marine trophic index” as a measure of biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 415-423.
- Pereira, H.M., Cooper H.D., 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends Ecol Evol* 21, 123-129.
- Phillips R.C. & E.G. Meñez. 1998. Seagrasses. *Smithsonian Contribution to Marine Sciences* 34: 1-104.
- Quesada-Alpizar, M.A. & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54 (Supl. 1): 101-145.
- Reina, R.D., P.A. Mayor, J. R. Spotila, R. Piedra & F.V. Paladino. 2002. Nesting ecology of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: 1988–1989 to 1999–2000. *Copeia* 2002: 653-664.
- Rogers, C.S., G. Garrison, R. Grober, Z.M. Hillis & M.A. Franke. 1994. Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico occidental. T.N.C. y W.W.F., Islas Vírgenes, U.S.A. 114 p.
- Salas, E., E. Ross-Salazar & A. Arias (Eds). 2012. Diagnóstico de áreas marinas protegidas para la pesca responsable en el Pacífico costarricense. Fundación Marviva. San José, Costa Rica. 174 p.
- Salwasser H. & E. Fritzell. 2002. Building a biodiversity assessment for Oregon—Progress report of the Biodiversity Assessment Working Group. Corvallis: Institute for Natural Resources, Oregon State University. 30 p.
- Sánchez, F.A. 2006. Programa de conservación, investigación y educación de tortugas marinas en la Península de Osa, Playa Carate, Río Oro, Pejeverro y Piro. Reporte técnico temporada 2006. Fundación Corcovado. Mimeografiado. 71 p.

- Santidrián Tomillo, P., E. Vélez, R.D. Reina, R. Piedra, F.V. Paladino & J.R. Spotila. 2007. Reassessment of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) Nesting Population at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: Effects of Conservation Efforts. *Chelonian Conservation and Biology* 1: 54-62.
- Savage, J. 1995. Systematics and the biodiversity crisis. *BioScience* 45 (10): 673-679.
- Schmeller, D.S. 2008. European species and habitat monitoring: where are we now?. *Biodiversity Conservation*. 17: 3321-3326.
- Scholes, R.J., Biggs R., 2005. A biodiversity intactness index. *Nature* 434, 45-49.
- Short, F.T & R.G. Coles. 2001. *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science BV, Amsterdam. 473p.
- Short, F.T., L.J. McKenzie, R.G.Coles , K.P. Vidler, J.L. Gaeckle. 2008. *SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat*, Spanish edition. University of New Hampshire Publication. 75 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE). 2007. Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) Etapa I (1007-2010): Resumen Ejecutivo. San José, CR. 22 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE). 2008. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera. San José, CR. 60 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2013. Indicadores para el Monitoreo Ecológico Marino: Protocolos para PROMEC Marino (Propuesta Borrador). Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica. SINAC-PNUD-GEF. San José, Costa Rica. 28p
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE). 2014. Áreas de Conservación. <http://www.sinac.go.cr/AC/Paginas/default.aspx>
- Spotila, J.R., R.D Reina, A.C. Steyermark, P.T. Plotkin & F.V. Paladino. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 405: 529-530.
- Steyermark, A. C., K. Williams, J. R. Spotila, F. Paladino, D. C. Rostal, S. J. Morreale, M. T. Kobert & R. Arauz. 1996. Nesting leatherback turtles at Las Baulas National Park, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology* 2: 173-183.
- Teder, T., Mora M., Roosaluste E., Zobel K., Pärtel M., Kõljalg U., Zobel M., 2007. Monitoring of biological diversity: a common-ground approach. *Conser. Biol.* 21, 313-317.
- Van Dyke, F., 2008. *Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications*. Springer, New York.
- Velarde, D. 2004. Monitoreo de Biodiversidad. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú. 37 p.

- Vélez R.E., P. Dutton, E. Possardt, & C. Padilla. 2007. Nesting of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) from 1999–2000 Through 2003–2004 at Playa Langosta, Parque Nacional Marino Las Baulas de Guanacaste, Costa Rica *Chelonian Conservation and Biology* 6(1): 111-116.
- Wehrtmann, I.S. & J. Cortés (Editores). 2009. Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. *Monographiae Biologicae*, Volumen 86. Springer + Business Media B.V., Berlin. Texto 538 p., Species list in Compact Disk 500 p.
- Wilson, E.O., 1992. *The Diversity of Life*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Yoccoz, N.G., Nichols J.D., Boulinier T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends Ecol. Evol.* 16, 446-453.

Apéndice 6. Indicadores para el Monitoreo Ecológico Marino a escala local. Protocolos para PROMEC Marino

Elaborado por: el Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica

Revisado por: Juan José Alvarado

Playas de anidación de tortugas marinas

En la actualidad se reconocen globalmente siete especies de tortugas marinas (*Dermochelys coriacea* – baula-, *Eretmochelys imbricata* –carey-, *Chelonia mydas* -verde-, *Caretta caretta* -cabezona-, *Lepidochelys olivacea* –lora-, *Lepidochelys kempii* –Golfina-, *Natator depressus* –kilila-), (CIT 2004), de las cuales seis especies se hacen presentes en América Central. Esta región es muy importante para este grupo de organismos porque aglutina áreas peculiares para las poblaciones globales tal como:

1. Playa Grande, Costa Rica; el sitio más importante de anidamiento de la baula en el Pacífico oriental.
2. Playa Chacocente, playa La Flor en Nicaragua; Playa Nancite y Playa Ostional; Costa Rica y Playa Isla Cañas y la Marinera, Panamá; como los sitios de arribada de tortuga lora.
3. Playa Tortuguero, como el sitio más importante de tortuga verde del Atlántico Occidental.
4. Bahía de Jiquilizco (El Salvador) y Estero Padre Ramos (Nicaragua), como los sitios más importantes de anidamiento de tortuga carey del Pacífico oriental.
5. Tortuguero, Pacuare, Moín, Matina, Cahuita, Negra, Gandoca en Costa Rica y Playas Sixaola, Soropta, Bluff, Larga y Chiriquí en Panamá, como la población anidadora más importante de tortuga baula en el Caribe occidental (Chacón y Arauz 2001).

Por la abundancia de estos organismos y la diversidad de ecosistemas marino-costeros vitales para estos reptiles marinos, Costa Rica creó desde 1970 una serie de áreas protegidas y en estos sitios durante las últimas cuatro décadas se ha pretendido proteger fases importantes del ciclo de vida de estas especies y algunos de los hábitat críticos.

En la búsqueda de mecanismos para planificar la conservación y monitorear el avance de los esfuerzos de ésta, se han establecido protocolos que permitan registrar cambios en el estado de las poblaciones o los ecosistemas. En este último criterio se basa la planificación de la conservación por sitios, los cuales utilizan a los objetos de conservación como los atributos para medir la conservación de un sitio a través del tiempo. Estos según Granizo *et al.* (2006) son aquellas entidades, características o valores que queremos conservar en un área: especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad que para este caso son las diferentes especies de tortugas marinas y sus hábitat críticos. Una buena parte de nuestras ASP funciona como importantes sitios de anidamiento de tortugas

marinas, fase crítica del ciclo de vida (Figura 1), pero poco hemos desarrollado para entender el rol de los ecosistemas marinos en el ciclo de vida de ciertas poblaciones de tortugas marinas en el país y menos se ha hecho en la elaboración de indicadores de gestión de las ASP en estos espacios marinos. Este vacío se da principalmente para estadios previos a la maduración o en fases no anidatorias del desarrollo. Los indicadores más comunes solo miden tendencias o estado de conservación en hembras que alcanzaron la madurez sexual y están listas para el desove, o en la fase de neonatos; mientras que machos maduros e inmaduros, hembras inmaduras son estadios que no se monitorean por estar dispersos en los espacios marinos. De esta manera, la fracción reproductiva de las hembras, representada esta como las hembras que anidan, así como el número de las nidadas que estas desovan y el número de neonatos que emergen de estas nidadas se reconoce como una medida indirecta y aceptada del estado poblacional.

Indicadores

Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas

Indicador: Área física disponible como sitio de anidamiento

Categoría: Tamaño y Contexto

Atributo Clave: Reproducción

Justificación

Determinar el área sin alteraciones disponible para el anidamiento de cada especie. En muchas ASP la llegada de basura orgánica (madera, sedimentos, etc) así como basura inorgánica tal como plásticos literalmente bloquea el acceso de las hembras a los sitios correctos de anidamiento. Por otro lado, el incremento del nivel del mar como producto del calentamiento global permite la erosión de la arena llevando la zona intermareal al borde de la vegetación lo que impide la anidación y reduce el área disponible. La edificación de infraestructura que emite luz a la playa es otro factor que reduce el área disponible al anidamiento, además de aquellas áreas sometidas a intensa compactación por masiva visitación, tanto que las condiciones físicas de la arena cambian.

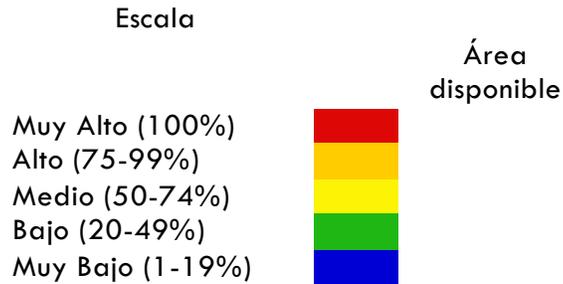
Metodología

El observador deberá determinar con literatura (Chacón *et al.* 2007) las zonas ecológicas que cada especie usa en la playa, por ejemplo las tortugas baula o loras usan normalmente la zona entre el borde externo de la vegetación y el límite de marea alta, mientras que la tortuga carey usa las áreas debajo de la vegetación costera. Deben considerarse como parte de la medida de la zona disponible los accesos desde el mar. El monitor entonces elige no menos del 30% de los metros lineales o cuadrados de la zona de anidamiento intensivo o playa principal (mayor número de nidos por km) y determina haciendo uso de una cinta métrica de 50 m o más, el largo y ancho de las áreas de anidamiento, esto se realiza marcando una línea transversal a la playa como inicio del área a monitorear y una línea similar al final de la zona elegida, luego se mide el ancho de la playa y en largo de la playa en el segmento elegido, así con esas variables se obtiene el área disponible al anidamiento ($L \times A$). Las marcas del sector deben ser visibles, las mismas cada año y de ser posible las observaciones del área tomadas por la misma persona. Se recomienda demarcar con mojones o listones de cinta vinílica cada área, luego se hace un estimado del polígono que no muestra bloqueos, inundaciones, contaminación lumínica o sea el área disponible para el anidamiento. Si estos obstáculos aparecieran NO deben moverse pues mostrará la pérdida de hábitat de anidación que se busca medir. Se deberá usar la misma zona anualmente para efectos comparativos. Deberá tenerse claro la definición del área ecológica de la playa usada por cada especie presente, así como establecer una medida anual (tomada las mismas fechas del año) que derivara de al menos tres medidas promediadas de cada área por especie. Los datos se proyectarán comparativamente después del tercer año, proponiéndose una evaluación comparativa de la tendencia del área disponible. Es posible usar un solo polígono y segregar el 30% o hacerlo en un solo segmento de playa. Es valioso determinar si hay actividades diurnas que hacen arrastre mecánico de arena o que ayudan a la erosión (e.g. alta visitación, paseos a caballo, etc), pues se deben documentar. Los datos se reportan por metros cuadrados disponibles a la anidación, en la misma zona cada año y usando los mismo métodos de estimación.

Verificadores

- Mapas de áreas disponibles
- Registros de cálculo
- Hojas de datos para cada hito de referencia

Ámbito de variación permisible



Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas

Indicador: Número de hembras anidadoras

Categoría: Tamaño

Atributo Clave: Reproducción

Justificación

Establecer el número y tendencia de organismos reproductivos que llegan durante la temporada de anidamiento a la playa principal.

Metodología

Para establecer el número de hembras que anidan en una playa y su tendencia hay dos formas:

1. Directa (conteo y marcaje nocturno de hembras) Esta forma amerita que los observadores de la ASP salgan idealmente desde las 8 pm y hasta las 4 am, y cubran la extensión total de anidamiento, marcando una única vez con marcas externas y/o internas cada hembra encontrada, evitando un doble conteo en el caso de que la hembra regrese durante el periodo entrepuestas o luego de la migración. El periodo mínimo de monitoreo será de 10 pm a 2 am y será recomendable el doble marcaje para evaluar el índice de retención de las marcas externas (Eckert y Beggs 2006). Una estimación anual de hembras remigrantes y neófitas será producida y comparada con los años subsecuentes como medida de la tendencia de la anidación. Deben usarse los mismos periodos y tiempos de monitoreo, en vista que mayores esfuerzos pueden estimarse falsamente como incrementos poblacionales.

2. Indirecta (número de nidos o nidadas contadas por especie en la playa). Se utiliza el número total de nidos confirmados por especie y se divide entre el número de nidos/hembra conocidos para la playa o

anotados en las referencias bibliográficas (Para ello debe de investigarse para usar la referencia más acorde con la realidad en sitio, una publicación científica de la misma playa o de la playa más cercana posible). Por ejemplo, es aceptable que una hembra de baula para el Caribe desove en promedio 6 veces por temporada, para una playa que registra 60 nidos totales por temporada, su población anidadora estimada será de 10 hembras. Se sugiere un conteo mínimo de día por medio y un mecanismo de diferenciación de los nidos previamente contados.

Se recomienda poner atención a protocolo de precisión de equipos de marcaje, tipos y calidades de marcas, capacitación de personal que aplica las marcas y el protocolo sanitario para aplicar la marca (Eckert y Beggs 2006). Por otro lado, es importante definir por revisión de metainformación la variable de nidos por hembra por litoral (e.g. Baula -6 nidos/temporada-, verde del Caribe -3 a 5 nidos/temporada, verde del Pacífico 6-8 nidos/temporada, carey 3-5 nidos/temporada, lora 3-6 nidos/temporada).

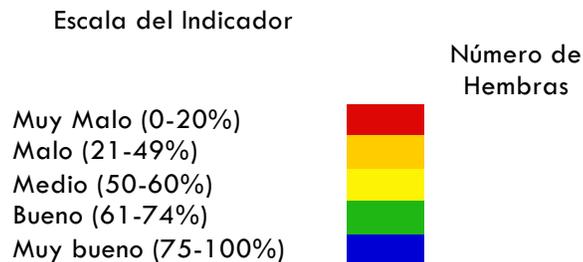
Verificadores

- Número de marcas instaladas para metodología directa
- Registros de conteo para metodología indirecta

Ámbito de variación permisible

Como referencia se usa el promedio de hembras anadoras registradas para el sitio, sea uno o más años (e.g. Muy malo, si las hembras registradas en el presente representan solo del 0 al 20% del valor promedio registrado con anticipación en la misma playa, para playas de alta fidelidad, este indicador debe ser usado si la población estudiada muestra alta interanidación entre varios sitios e.g. la población de baulas en el Caribe).

Escala del indicador (Número de hembras)



Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas

Indicador: Número de nidos por temporada por especie

Categoría: Tamaño

Atributo Clave: Reproducción

Justificación

Una medida indirecta del estado de la población es evaluar las nidadas* depositadas por las hembras que alcanzaron la madurez durante la temporada de muestreo, sean estas hembras neófitas o remigrantes. Se reconoce que son una fracción de la población pero como tal, son una muestra robusta y confiable del estado de la población, aun cuando hembras inmaduras, hembras maduras que no alcanzaron la condición para migrar y machos constituyen otros estadíos en la población.

Nidada está definida como la masa confirmada de huevos depositada en la cámara de incubación, mientras que nido está definido como la manifestación física de la actividad anidatoria en la arena, cuya observación y análisis confirma la presencia de la hembra anidadora pero no se confirma la presencia o ausencia de los huevos en la cámara de incubación. En este protocolo por costumbre nacional, se usa el término nido como homólogo de nidada.

Metodología

La playa elegida para el monitoreo en la ASP deberá de incluir la mayor parte de la anidación principal de manera tal que los datos derivados del monitoreo representen robustamente la situación de la población y la tendencia, si esto se desconoce se deberá incluir la mayor área de playa y ajustar anualmente, recordar que el anidamiento es dinámico y mueve espacio/temporalmente. Esta playa deberá ser demarcada en sus extremos y este segmento de monitoreo deberá ser el mismo en todas las evaluaciones subsecuentes y si se amplía debe documentarse esta ampliación para que el observador pueda ajustar los datos y no se manifiesten como un incremento poblacional sino como un incremento en la zona de observación.

Se recomienda la totalidad de la playa dividirla en subsegmentos de 50 a 100 m para ordenar espacialmente las observaciones de la anidación. Para determinar el modelo de monitoreo se debe definir el comienzo de la temporada de anidamiento y el tiempo en que se mantendrá el esfuerzo de conteo del anidamiento, ambas variables afectan las estimaciones poblacionales, por lo que se recomienda “abrir” la temporada en fechas similares y “cerrar” temporada de monitoreo después de esfuerzos similares anualmente. Esfuerzo de conteo mínimo de anidamiento: día de por medio, marcando con una “X” los nidos frescos y propensos a ser recontados.

Esfuerzo de conteo: todas las noches.

Esfuerzo mínimo de temporada: 8 semanas que incluyen a los meses de pico en el anidamiento, si esta información es conocida.

Esfuerzo ideal de monitoreo: 20 semanas, que incluye 45 días previos al primer mes de pico y 45 días posteriores al segundo mes de pico.

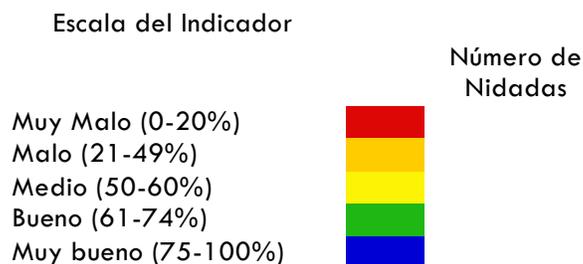
Esta metodología NO es válida para playas de anidamiento en arribada y solo puede ser ejecutada por personal capacitado en discernir entre nidos frescos, nidos viejos y rastros. Para una estimación exacta de la fecundidad en la playa debe hacerse verificación de presencia de huevos y exhumaciones de al menos el 30% de los nidos. Se recomiendan protocolos de monitoreo de: Chacón et al. (1996), Chacón (1999), Schoeder y Murphy (2000), Troëng et al. (2004), Chacón y Eckert (2007) y National Research Council (2010).

Verificadores

- Hojas de datos con monitoreo nocturno
- Gráficas de tendencia mensual y temporal

Ámbito de variación permisible

Como referencia se usa el promedio de nidadas efectivas registradas para el sitio, sea uno o más años (e.g. Muy malo, si las nidadas registradas en el presente representan sólo del 0 al 20% del valor promedio registrado con anticipación en la misma playa).



Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas

Indicador: Porcentaje de eclosión de nidadas en playa

Categoría: Tamaño

Atributo Clave: Reproducción

Justificación

Una medida de la abundancia de la especie es el porcentaje de eclosión de las nidadas, como contribución al reclutamiento de la población, también este valor puede verse inverso como una medida de la mortalidad del estadio de desarrollo.

Metodología

Paso 1: marcar los nidos a ser monitoreados, que pueden ser la totalidad de ellos en la playa, la totalidad de los nidos en el vivero o una fracción no menor a la tercera parte de ellos, lo que se considerará una submuestra robusta (alta variabilidad y mínimo error) y escogida aleatoriamente.

Cuando los huevos están a término y se manifiesta la primera salida de neonatos a la superficie de la arena, se espera 72 horas para extraer y exhumar los huevos, momento en el cual se cuentan los huevos enterrados y los neonatos vivos producidos, así como todas las variaciones de desarrollo. Haciendo uso de las fórmulas de cálculo establecidas por Chacón et al. (2007) se determina cual es el porcentaje de eclosión en cada nidada, para ponderar este en la totalidad de nidadas de la playa y saber la contribución al reclutamiento de la población. Importante determinar que el valor más representativo es el número de neonatos vivos que alcanzaron el agua, que casi siempre es un valor menor al porcentaje de eclosión. Se registran tantos nidos con eclosión y sin eclosión.

Este indicador también puede ser utilizado en viveros. El análisis del indicador a largo plazo sugiere la comparación interanual del éxito, así como el análisis de las amenazas que reducen el éxito de eclosión (erosión, recolecta ilegal, aumento de temperatura, manto freático, etc).

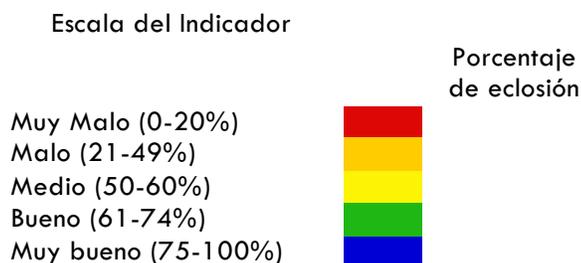
En caso de que la temporada incluya dos épocas climáticas se debe monitorear la temperatura, una alternativa es el muestreo de los 45 días previos y posteriores al pico de anidamiento.

Este indicador debe funcionar con encadenamiento al indicador de temperatura obligatoriamente.

Verificadores

- Hojas de datos con monitoreo nocturno
- Gráficas de tendencia mensual y temporal

Ámbito de variación permisible



Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas

Indicador: Fertilidad de las nidadas en playa, manifestada como cualquier evidencia de desarrollo embrionario

Categoría: Tamaño

Atributo Clave: Reproducción

Justificación

Esta es una medida relativa a la fertilidad en los huevos, eso quiere decir la presencia de gametos viables de ambos sexos en los huevos de cada nidada, que de tener las condiciones ambientales van a producir evidencia de desarrollo embrionario y hasta algún porcentaje de eclosión. Esta medida también está relacionada a la viabilidad de gametos, el medio en que se incubaba la nidada y su vitalidad como una medida indirecta de la salud de este segmento de la población. Hay algunas condiciones previas que podrían afectar este indicador como el sometimiento de los huevos a condiciones extremas de temperatura, agua del manto freático, inundación de agua marina, erosión del mar, contaminación, entre otros. Todas condiciones que afectarán los huevos y aunque sean viables no manifestarán desarrollo embrionario. Este indicador funciona en encadenamiento con número de nidadas en playa, éxito de eclosión y temperatura de incubación.

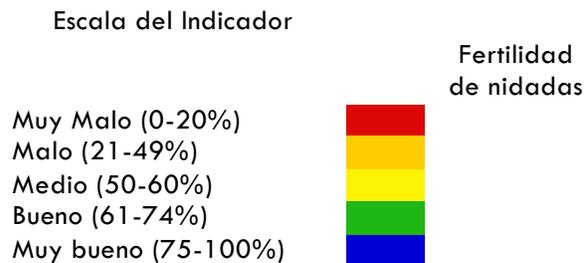
Metodología

Cuando los huevos están a término y se manifiesta la primera salida de neonatos a la superficie de la arena, se espera de 72 horas para extraer y exhumar los huevos, momento en el cual se cuentan los huevos enterrados, todos los huevos que muestran evidencia eclosión, de desarrollo y los neonatos vivos encontrados, así como todas las variaciones de desarrollo. Haciendo uso de las fórmulas de cálculo y escala de desarrollo embrionario establecidas por Chacón et al. (2007) se determina cual es el porcentaje de fertilidad de las nidadas para una muestra aleatoria y robusta no menor a 30 nidadas o el 30% de las nidadas del vivero.

Verificadores

- Hojas de datos con monitoreo nocturno
- Gráficas de tendencia mensual y temporal

Ámbito de variación permisible



Elemento Focal de Manejo: Playas de anidación de tortugas marinas

Indicador: Temperatura de incubación para el anidamiento

Categoría: Composición

Atributo Clave: Desarrollo embrionario

Justificación

Como parte del régimen normal de una playa, esta debe presentar valores de temperaturas dentro de un ámbito normal (23 °C a 33 °C) (Ackerman 1997), con sus variaciones que permitan la gestación de machos y hembras. Si este ámbito se mantiene sesgado hacia límites inferiores o superiores por varias temporadas podría estar provocando proporciones no naturales en la población. En el caso del calentamiento global se refleja en una tendencia al incremento de la temperatura que traspasa el límite mortal arriba de 34 °C.

Metodología

Se deben instalar sensores de temperatura con memoria en nidos naturales y de vivero cuya muestra mínima recomendada será de 9 (tres triplicados) ubicados en tres zonas diferentes de la playa o del vivero para que manifiesten una muestra robusta de la situación térmica de la playa. El sensor se ubicará en la mitad de la masa de huevos o cuando se hayan desovado el 50% de los huevos. Estos sensores se deben de colocar en nidadas y en la columna de arena, con fines comparativos. Las grabadoras deben ser programadas y calibradas para lecturas al menos 4 veces por día, deben ser extraídas después de la eclosión de los neonatos o del término de la temporada. Se recomienda usar un sensor, extraer los datos y reingresarla a la playa para tener muestras de temperatura en nidos a lo largo de la temporada.

Verificadores

- Registros de temperatura
- Gráficas de tendencia
- Archivos fotográficos de instalación de grabadoras.

Ámbito de variación permisible

Escala del Indicador	Temperatura de incubación
Muy Malo (34 °C)	Red
Malo (33 °C)	Yellow
Medio (32 °C)	Green
Bueno (31 °C)	Blue
Muy bueno (28-30 °C)	Dark Green
Bueno (27°C)	Light Green
Medio (26 °C)	Yellow
Malo (25 °C)	Orange
Muy Malo (24 °C)	Red

Playas de anidación de tortugas marinas: Validación de factibilidad de implementación de gerentes de áreas silvestres protegidas y enlaces del programa marino de SINAC

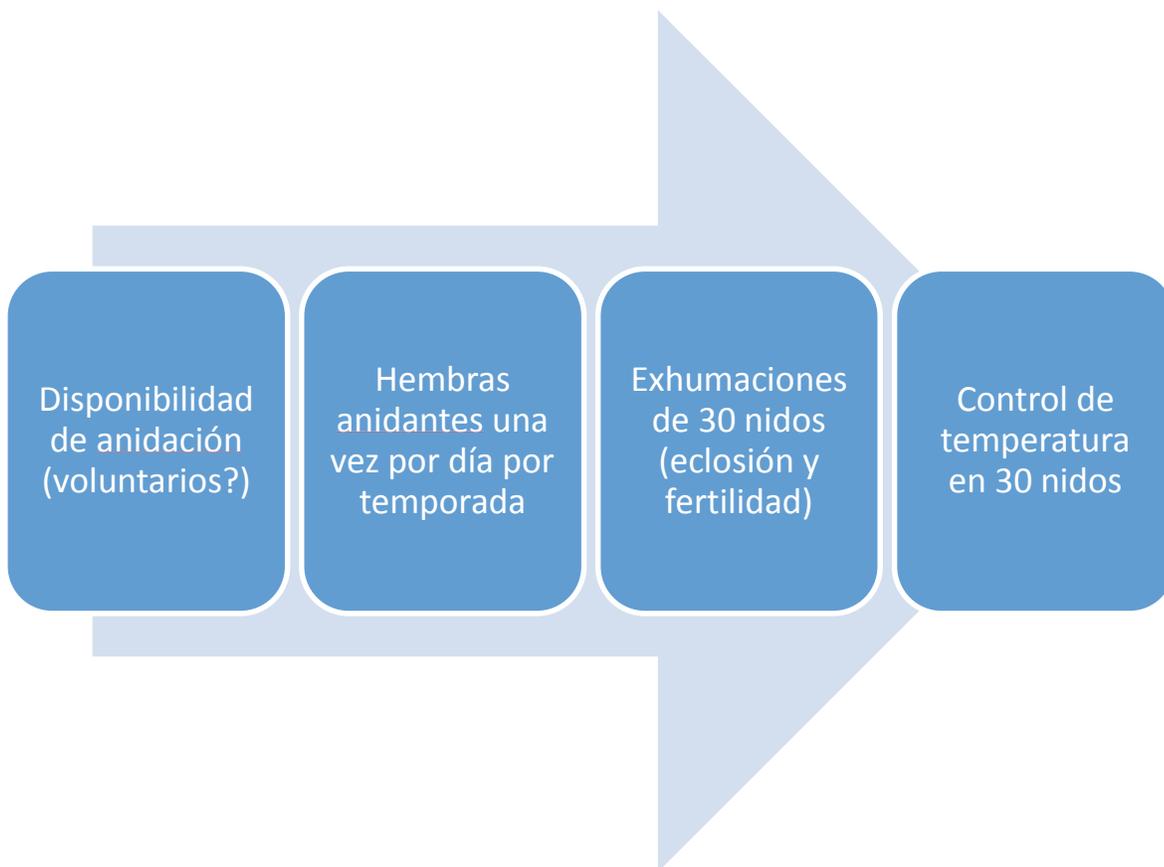
Elemento Focal de Manejo:		Playas de Anidación (Tortugas)									
Categoría (IIE)	Atributo	Indicador	Número de personas necesarias simultáneamente en campo	Tipo de capacitación complementaria (en caso de ser necesaria)	Periodo (meses y año) de capacitación, básica	Periodo (meses y año) de capacitación <u>complementaria</u> , en caso de ser necesaria	Otras condiciones necesarias para ejecutarlo	Frecuencia del muestreo	Adquisición del equipo	Factibilidad general (actualmente)	Factibilidad general (luego de capacitación)
Tamaño	Reproducción	Área disponible para anidamiento	1) Voluntariado coordinado por adiestrados de ASPs y apoyado por enlaces marinos 2) Apoyo municipalidades	1) Documentar las experiencias de limpieza de playas de otras ASPs para hacer una inducción (como hacer, donde disponer materiales, etc) 2) Debe desarrollarse un plan de trabajo para definir acciones	1) Dos etapas: la primera una vez al año informar a los administradores de ASPs y la segunda la inducción del equipo de trabajo al inicio de temporada	1) Que pasen si las playas son extensas como Tortugero que son 22 millas de playa. 2) Definir playa en caso de Caribe que se esta perdiendo. 3) Definir dentro de SINAC quien debería tener la responsabilidad de ejecutar el PROMEC 4) Definir si	La limpieza dependerá de cada playa, en varias áreas es baja pero en otras es baja. Hay que definir en que zonas si es posible y que no	Poca	Reto es el tiempo del personal disponible		

							legalmente es voluntariado o algún otro coordinador				
Tamaño	Reproducción	Número de hembras anidadoras Escenario DOS	dos personas	Capacitación sobre especies, rastros, selección de personas aptas para la capacitación e implementarla	Debe darse la capacitación previo a temporada en las playas con tortugas. Refrescamiento			día y medio como mínimo, recomendable todos los días	salveque, cinta métrica, camará, binóculos, ropa, libreta de campo contra agua, GPS	media alta	Alta
Tamaño	Reproducción	Número de nidadas por temporada	6-9 personas por temporada	Inducción constante, personal disponible en las áreas para transmitir la forma de trabajo	constante				todo los definido en proyectos de tortugas, hasta armas	baja ya que se necesita capacitación, personal, equipo durante el pico de la temporada	Baja
Tamaño	Reproducción	Fertilidad de las nidadas	Mínimo por seguridad 3 personas	Inducción en la exhumación, guantes, bolsas, frascos, mascarillas, equipo de disección	Antes de la temporada, por especie			30 nidos por temporada	Inducción en la exhumación, guantes, bolsas, frascos, mascarillas, equipo de	Baja, para ACOPAC es media	Baja, parra ACOPAC es alta

									disección		
Estructura y Composición	Desarrollo Embriionario	Temperatura de incubación	Mínimo por seguridad 3 personas	data loggers, focos, radios, guantes, libreta de campo, GPS, tableta	Inducción para GPS, uso e interpretación de data loggers,		27 nidos	data loggers, focos, radios, guantes, libreta de campo, GPS, tableta	Baja, para ACOPA C es media	Baja, parra ACOPA C es alta	

Resumen de las principales indicadores a tomar en cuenta

Grupo de Playas de anidación de tortuga marinas



Factibilidad de implementación varía por área de conservación y ASP

Formaciones coralinas

En la actualidad los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas que se encuentran en mayor riesgo a nivel mundial. Esto se debe a que más del 50% de la población mundial vive asociado a las costas, y de estas costas casi el 80% se encuentran en los trópicos, donde se desarrollan estos ecosistemas. Con lo cual todas las actividades humanas que se realicen cerca o dentro de estos ambientes van a tener una repercusión seria en los servicios que estos ambientes generan. A su vez, debido a los cambios globales que viene sufriendo el planeta, en términos de aumento de temperatura de los océanos, aumento del nivel del mar y acidificación de las aguas, los arrecifes coralinos se convierten en el ambiente marino más vulnerable y susceptible a un deterioro.

Como Costa Rica, se encuentra en una zona tropical, y está rodeada por dos grandes masas de agua (Pacífico y Caribe), tiene la virtud de poseer una costa sumamente rica, donde se pueden encontrar una gran variedad de ecosistemas arrecifales. Muchos de estos ecosistemas ya se encuentran protegidos bajo alguna categoría de manejo, sin embargo esta protección no asegura su permanencia, ya que están expuestos a una serie de eventos ajenos y propios a las áreas silvestres protegidas que desfavorecen su desarrollo. Por lo tanto, tener indicadores medibles, eficientes y confiables, va a permitir analizar nuestras acciones de manejo, identificar fuentes de presión y mitigar daños, todo con el fin de poder conservar estos ambientes.

De acuerdo a la última identificación de prioridades de conservación de la biodiversidad marino-costera nacional (GRUAS II) (Alvarado et al. 2011), los arrecifes coralinos son uno de los 25 objetos de conservación prioritarios del país. Costa Rica en total posee 66.92 km² de formaciones coralinas, de las cuales el 67% se encuentran dentro del sistema de áreas protegidas (SINAC 2009). El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), como ente encargado de la gestión y conservación de las áreas protegidas de Costa Rica, debe monitorear los objetos de conservación que se encuentran en un área protegida en particular; y al poseer un porcentaje tan alto de las formaciones coralinas, tiene la responsabilidad de establecer un programa que determine el estado de salud de estos sistemas y de la efectividad de manejo que se realiza sobre los mismos.

Indicadores

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: porcentaje de cobertura de coral

Categoría: Tamaño

Atributo Clave: Cobertura de coral

Justificación

Los corales son los principales constructores de los arrecifes coralinos, y debido a su crecimiento y estructura logran albergar una gran diversidad de organismos, haciendo que estos ecosistemas sean uno de los más diversos del mundo. Por lo tanto, una buena cobertura de coral vivo va a ser un indicativo de salud arrecifal.

Metodología

A través de transectos paralelos a la costa se cuantifica la cobertura del fondo mediante la utilización de cuadrantes de 1 m² divididos cada 10 cm, donde se contabiliza el tipo de fondo presente. En específico para corales, se cuenta el número de cuadros donde están presentes los corales a nivel de género o especie, y a nivel de estado de salud; si está vivo, blanqueado, enfermo o muerto. La metodología se detalla en el protocolo de medición. Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de cobertura de coral considerados como saludables:

- 30-70% de coral vivo
- Menos de 5% de coral blanqueado
- Menos de 5% de coral enfermo
- Menos de 5% de coral muerto recientemente

Verificadores

- Cobertura de coral

Ámbito de variación permisible

	Pérdida de más de 11% de la cobertura de coral vivo
	Pérdida de 6-10% de la cobertura de coral vivo
	Pérdida de 0-5% de la cobertura de coral vivo

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Cobertura de Macroalgas

Categoría: Tamaño

Atributo Clave: Porcentaje de cobertura de Macroalgas

Justificación

Como productores primarios las macroalgas juegan un papel importante dentro de los arrecifes coralinos como alimento, zonas de crianza y refugio de organismos marinos. Así mismo algunos grupos de algas contribuyen significativamente en la formación y cementación del arrecife y en la producción de arena; constituyendo parte de un ecosistema muy sensible. Por otro lado, las algas conforman hábitats particulares como los bosques de Sargassum y Padina, y los mantos de rodolitos (algas rojas) que sostienen también una rica diversidad de especies. En estos se han encontrado especies poco abundantes, inusuales y endémicas que han sido informadas en muchos lugares tropicales. En los arrecifes coralinos y rocosos, tanto saludables como degradados, su abundancia y composición son críticas en la ecología de estos ambientes y por tanto se considera que las macroalgas son un indicador de la salud del arrecife. Steneck (1988) indica que bajo un intenso pastoreo por parte de peces y erizos de mar, los arrecifes están caracterizados por una baja biomasa del conjunto algas, los cuales son dominados por tapetes algales, y algunas algas coralinas costrosas. Littler et al. (2009) indican que una predominancia de corales y algas calcáreas en relación a las macroalgas foliosas es indicativo de condiciones con bajos nutrientes y una alta herbivoría. Una alta cobertura de algas coralinas es indicativa de salud arrecifal (Guzman y Cortes 2001). Las algas coralinas costrosas son claves, ya que liberan compuestos que están implicados en el asentamiento y morfogénesis de una gran variedad de especies de invertebrados (i.e. corales, moluscos) (Morse et al. 1988, Nelson 2009).

Metodología

Estimar el porcentaje de cobertura de macroalgas según los grupos funcionales más importantes: tapetes de algas, algas carnosas y calcáreas costrosas con la misma metodología de cobertura de corales. En el primer año de monitoreo se debe establecer la línea base y en el segundo año de monitoreo se establece la pérdida, estabilidad o ganancia del indicador (ver rangos de variación permisible). Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de cobertura de macroalgas considerados como saludables: 1) Tapetes de algas: 20 y 40% 2) Carnosas: 5 y 10 %

3) Calcáreas costrosas: 30 y 50 %

Verificadores

- % de tapetes de algas
- % de Algas Carnosas
- % de calcáreas costrosas

Ámbito de variación permisible

	Incremento de más de 21% en cualquiera de las tres categorías
	Incremento de 6-20% en cualquiera de las tres categorías
	Incremento de 0-5% de las tres categorías de algas

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Presencia del erizo *Diadema*

Categoría: Composición

Atributo Clave: Densidad

Justificación

Lo erizos de mar del género *Diadema* juegan un papel importante en áreas arrecifales debido a su efecto significativo en la biomasa, estructura y distribución de algas, así como en la composición de corales y la geomorfología del arrecife debido a que son bioerosionadores importantes (Birkeland 1989). Densidades bajas o moderadas pueden causar una erosión substancial, pero densidades altas pueden llevar a una rápida pérdida de la estructura arrecifal (Glynn 1997). Altas densidades reducen la biomasa de macroalgas, permitiendo que dominen las algas filamentosas o de tapete, lo que facilita una mayor supervivencia de reclutas de coral y favorece una competencia de recursos entre erizos y peces herbívoros (Sammarco et al. 1974, Sammarco 1980, 1982a, b), provocando que la comunidad coralina esté dominada por corales y tapetes algales (Carpenter 1997). Un menor número de erizos provoca un incremento en la biomasa algal, permitiendo que dominen las macroalgas, lo que disminuye la supervivencia de reclutas de coral, sobrecreciendo y causando abrasión en el coral, e incrementando el tamaño de la población de peces herbívoros (Sammarco 1980, 1982a, b, Carpenter 1997).

Metodología

A lo largo de transectos de 10 m de largo por 2 de ancho se cuentan todos los erizos pertenecientes a este género. La metodología se detalla en el protocolo de medición. Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de densidad del erizo de mar considerados como saludables: Densidad ideal: 1-2 individuos por m²

Verificadores

- # de erizos por m2

Ámbito de variación permisible

	Disminución en la densidad ideal	Aumento en la densidad ideal
	Reducción de más de un 51% de densidad	Aumento de más de un 51% de la densidad
	Reducción 11-50% de la densidad	Aumento 11-50% de la densidad
	Reducción 0-10% de la densidad	Aumento 0-10% de la densidad

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Composición de Peces

Categoría: Composición

Atributo Clave: Densidad

Justificación

Los peces juegan un papel muy importante en los arrecifes coralinos, ya que poseen una gran diversidad de funciones. Estos pueden ser depredadores, herbívoros, omnívoros, carroñeros, y por lo tanto llegan a controlar las poblaciones de otros peces, permitiendo que el ecosistema esté balanceado. La densidad de peces es un indicativo de la diversidad y estado de salud del arrecife, y puede ser interpretado como un indicador de fuentes de presión sobre el sistema. La predominancia de ciertos grupos, o la baja cantidad de especies o individuos puede ser indicativo de sobrepesca sobre el sistema.

Metodología

Para cuantificar la densidad de peces en el arrecife se deben realizar transectos paralelos a la costa, similares a los de cobertura coralina, en donde a lo largo de un túnel imaginario se cuenta, por especie, todos los individuos presentes en el transecto. La metodología es detallada en el protocolo de medición. Es importante determinar la línea base en cada zona, y en base a ello verificar el comportamiento de las densidades a través del tiempo de acuerdo a los rangos de variación permisible. Nota: Este criterio no aplica para las especies invasoras, ya que un aumento en su densidad siempre debe considerarse en un rango de variación permisible rojo.

Verificadores

- **# de individuos por hectárea**

Ámbito de variación permisible

	Reducción de un 51% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 21-50% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 0-20% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Composición de Peces

Categoría: Composición

Atributo Clave: Divesidad

Justificación

Como se mencionó en el indicador anterior, la composición del ensamblaje íctico puede ser un indicador de presiones en el sistema. Por lo tanto el poder calcular diferentes índices de diversidad nos puede dar señales de dicho estado. Esto debido a que ciertos índices nos dicen que tan rico es un sitio con solo la cantidad, pero este sitio puede estar dominado por un grupo trófico o por grupo taxonómico específico.

Metodología

Misma metodología que en el indicador anterior. Es importante determinar la línea base en cada zona, y en base a ello verificar el comportamiento del total de especies y de individuos por especie a través del tiempo de acuerdo a los rangos de variación permisible.

Verificadores

- **Total de especies**

Ámbito de variación permisible

	Pérdida de más de un 31% de las especies
	Pérdida de más de un 11-30% de las especies
	Pérdida de más de un 0-10% de las especies

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Composición de macroinvertebrados móviles

Categoría: Composición

Atributo Clave: Densidad

Justificación

Los macroinvertebrados móviles forman parte de la fauna que habita y se alimenta en los arrecifes coralinos. Los cambios en la densidad de estos organismos son indicativos del estado y diferentes presiones que afectan el sistema y por tanto se puede tomar como alertas para el manejo del ecosistema. Los macroinvertebrados se definen como animales de más de 2.5 cm en estado de madurez, gasterópodos grandes, pulpos, nudibranchios, crinoideos, pepinos de mar, estrellas de mar, erizos de mar, langostas y cangrejos grandes.

Metodología

En el caso de macroinvertebrados móviles se utiliza el mismo transecto de cobertura coralina, solo que en este caso se muestrean ambos lados del transecto hasta 1 m de distancia hacia ambos lados. Se contabilizan todos los organismos en un transecto de 10 x 2 m. Ver detalles de la metodología en protocolos de medición. Es importante determinar la línea base en cada zona, y en base a ello verificar el comportamiento de las densidades a través del tiempo de acuerdo a los rangos de variación permisible. Nota: Este criterio no aplica para las especies invasoras, ya que un aumento en su densidad siempre debe considerarse en un rango de variación permisible rojo.

Verificadores

- # de individuos por m²

Ámbito de variación permisible

	Reducción de un 51% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 21-50% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas
	Reducción de un 0-20% en la densidad poblacional de las especies monitoreadas

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Composición de macroinvertebrados móviles

Categoría: Composición

Atributo Clave: Diversidad

Justificación

Los macroinvertebrados móviles forman parte de la fauna que habita y se alimenta en los arrecifes coralinos. Los cambios en la densidad de estos organismos son indicativos del estado y diferentes presiones que afectan el sistema y por tanto se puede tomar como alertas para el manejo del ecosistema. Los macroinvertebrados se definen como animales de más de 2.5 cm en estado de madurez, gasterópodos grandes, pulpos, nudibranchios, crinoideos, pepinos de mar, estrellas de mar, erizos de mar, langostas y cangrejos grandes.

Metodología

En el caso de macroinvertebrados móviles se utiliza el mismo transecto de cobertura coralina, solo que en este caso se muestrean ambos lados del transecto hasta 1 m de distancia hacia ambos lados. Se contabilizan todos los organismos en un transecto de 10 x 2 m. Ver detalles de la metodología en protocolos de medición. Es importante determinar la línea base en cada zona, y en base a ello verificar el comportamiento de las densidades a través del tiempo de acuerdo a los rangos de variación permisible. Nota: Este criterio no aplica para las especies invasoras, ya que un aumento en su densidad siempre debe considerarse en un rango de variación permisible rojo.

Verificadores

- # de individuos por m²

	Pérdida de más de un 31% de las especies
	Pérdida de más de un 11-30% de las especies
	Pérdida de más de un 0-10% de las especies

Elemento Focal de Manejo: Formaciones coralinas

Indicador: Complejidad Arrecifal

Categoría: Contexto paisajístico

Atributo Clave: Rugosidad

Justificación

Un arrecife puede tener una alta cobertura de coral vivo, pero una baja complejidad arrecifal, con lo cual se limitan los espacios para refugio y protección, y por consiguiente puede traer una baja riqueza, abundancia y biomasa de peces e invertebrados (Álvarez-Filipet al. 2011). La falta de complejidad arrecifal actúa como un impulso positivo para reforzar un estado degradado del arrecife donde dominan las algas (Lee 2006).

Metodología

Para determinar la rugosidad (R) del sustrato, se extiende una cadena de 10 m de largo con eslabones de 1 cm, siguiendo el contorno del fondo a lo largo de los transectos de cobertura coralina. Posteriormente, se mide la distancia total en línea recta del punto de inicio al punto final de la cadena (Rogers et al. 2001). Este procedimiento se repite tres veces por sitio. Es importante que al elaborar la línea base se determine el estado de salud del arrecife, para lo cual a continuación se indican los valores de rugosidad considerada como saludable:

- Índice de Rugosidad: valores por encima de 0.5
- Índice de complejidad arrecifal: valores por encima de 1.99 (Álvarez-Filipet al. 2011).

Verificadores

- Índice de rugosidad
- Índice de complejidad arrecifal

Ámbito de variación permisible

	Más de 41% de pérdida en la rugosidad
	Ente 11-40% de pérdida en la rugosidad
	Ente 0-10% de pérdida en la rugosidad

FORMACIONES CORALINAS: Validación de factibilidad de implementación de gerentes de áreas silvestres protegidas y enlaces del programa marino de SINAC

Elemento Focal de Manejo:		Formaciones coralinas									
Categoría (IIE)	Atributo	Indicador	Número de personas necesarias simultáneamente en campo	Tipo de capacitación complementaria (en caso de ser necesaria)	Periodo (meses y año) de capacitación, básica	Periodo (meses y año) de capacitación <u>complementaria</u> , en caso de ser necesaria	Otras condiciones necesarias para ejecutarlo	Frecuencia del muestreo	Adquisición del equipo	Factibilidad general (actualmente)	Factibilidad general (luego de capacitación)
Tamaño	Coertura de coral	% coberura	3 personas para cada AC	Buceo básico, biología marina, primeros auxilios, manejo de instrumental oceanográfico y monitoreo	Buceo básico (3 días) biología marina y manejo de instrumental oceanográfico y monitoreo (15 días),	primeros auxilios (1 semana resque), manejo de los resultados (1 semana), curso básico de embarque (1 mes)	Que responda a necesidades de manejo y efectos negativos de usos	ACMIC, ACG, ACLAC 2 veces al año, al menos ACOSA 2 veces al año en cada época climática	Equipo básico de buceo (3 juegos de tanques, plomos, BCs, **Más	1	1

** Más: Equipo básico de buceo (3 juegos de tanques, plomos, VCs, reguladores, mascarillas, snorkel, patas abiertas, botines, computadora, salchicha, pito), cintas métricas, cuadrantes, guías de identificación, botiquín, oxígeno, termómetros, refractómetros, cámaras fotográficas con housing, disco secchi, botella niskin de 1,5, cuerdas, boyas, lancha, motor, combustible, aceite, radio, viáticos, chalecos salvavidas, tablas acrílicas, computadoras, anclas, distanciómetros, ecosonda, binoculares de visión nocturna, GPS, pH-metro, carreta, mantenimiento de equipo e instrumental en general, halógenos para bote, focos, baterías, cargadores, cargador de ra