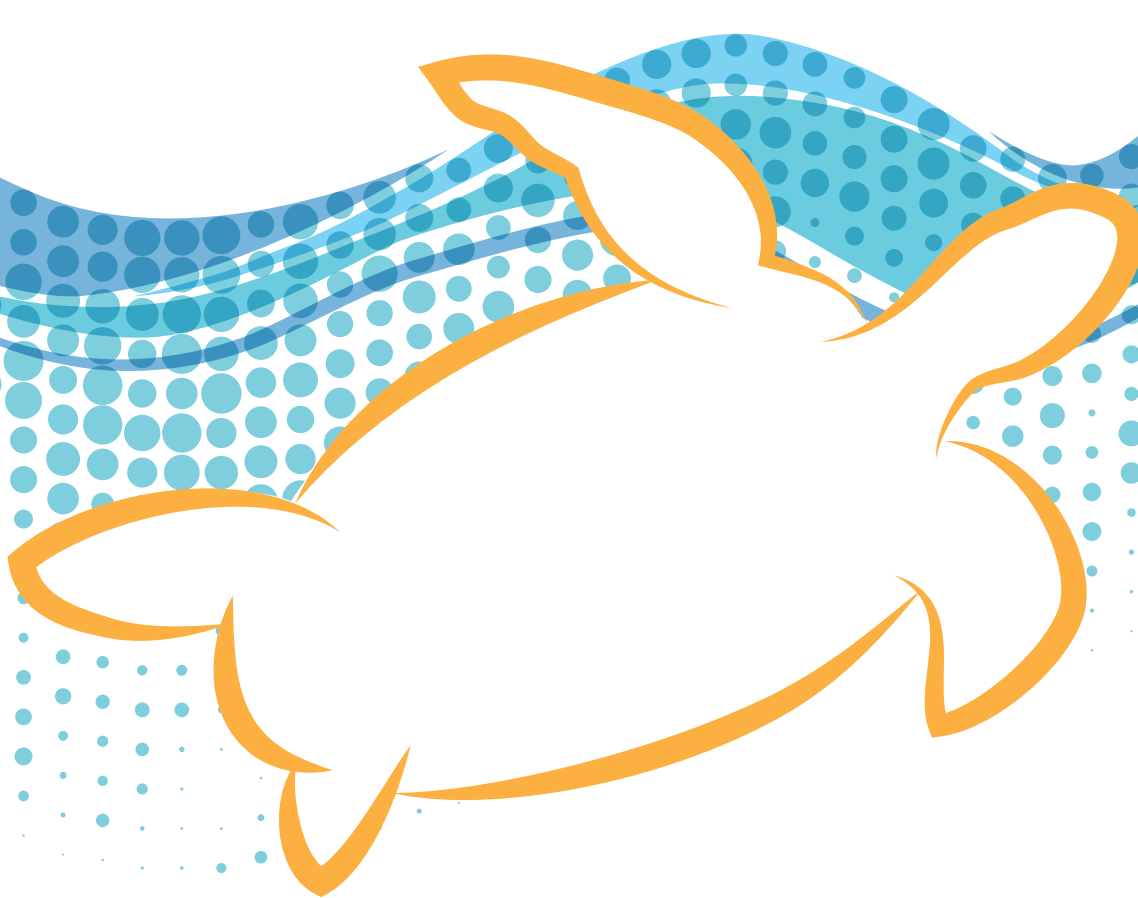


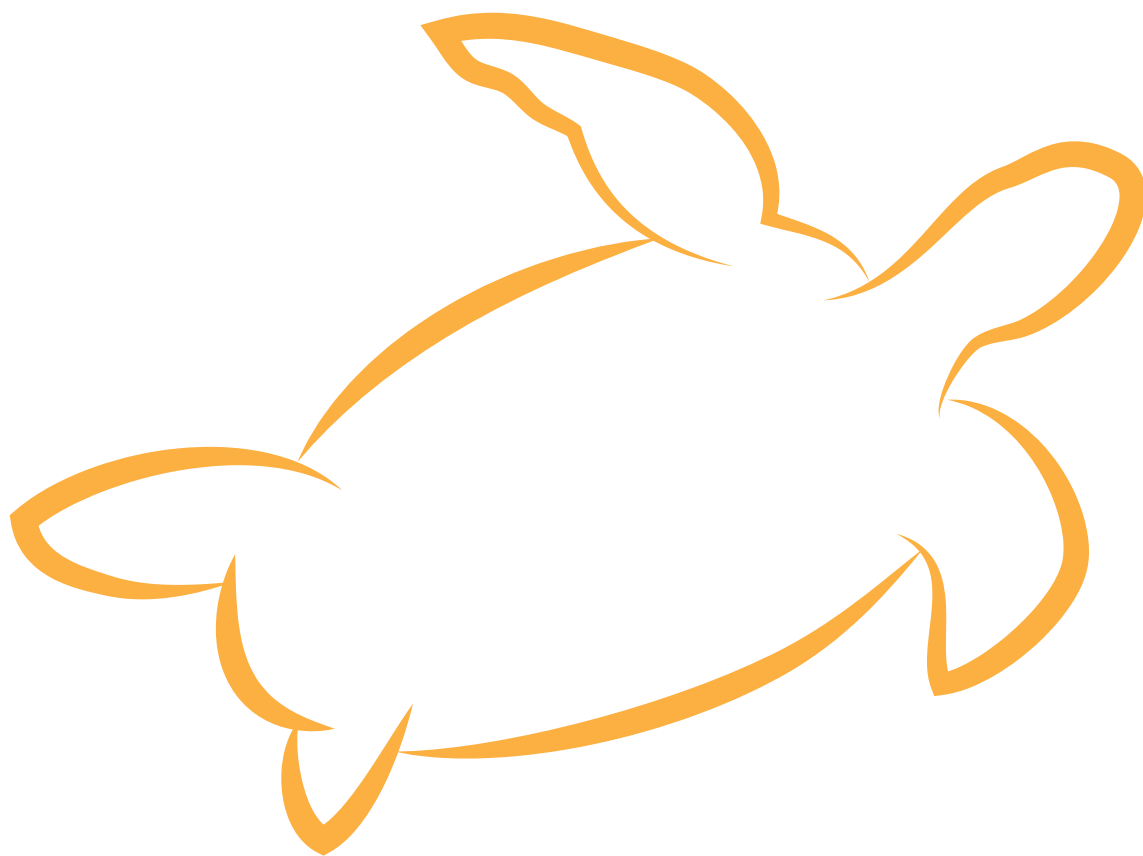
# PROTOCOLO MONITOREO MARINO

## Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas de Anidación de Tortugas Marinas



# PROTOCOLO MONITOREO MARINO

## **Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas de Anidación de Tortugas Marinas**



### EJECUCIÓN

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

### ELABORACIÓN CIENTÍFICA

Didiher Chacón Chaverri y  
Luis Gabriel Fonseca López

### EDITOR CIENTÍFICO

Damián Martínez Fernández

### EDITORES DE ESTILO

Cristina Sánchez Godínez y  
Jose David Palacios Alfaro

### DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN

Mónica Chávez Ramos

### ILUSTRACIONES

Erykah Zeledón Salazar y Mónica Chávez Ramos

### COMITÉ TÉCNICO ASESOR

Jenny Asch, Marco Vinicio Araya, Eugenia Arguedas, Gustavo Induni, Andrea Montero y Damián Martínez

### ASESORES EXPERTOS

Luis Garita (SINAC-ACG), María Marta Chavarria (SINAC-ACG), Gerardo Palacios (SINAC-ACOSA), Isaac López (SINAC-ACAT), Eugenia Arguedas (SINAC), Gerardo Chavarria (SINAC-ACOPAC), Andrea Montero (ACRXS), Carlos Calvo (SINAC-ACTo), Sebastián Bonilla (SINAC-ACTo),

Damián Martínez (SINAC-PNUD-GEF), Gina Cuza (ACLAC, GASP), Donald Campbell (SINAC-ACLAC), Miguel Madrigal (SINAC-ACOSA), Geiner Golfín (SINAC-ACMIC), Juan Alvarado (CIMAR), Lara Anderson (SINAC-ACT), Norma Rodríguez (SINAC-ACT), Jeffrey Sibaja (CIMAR), Jenny Asch (SINAC), Hery Algüera (LAST), Luis Fonseca (LAST), Didiher Chacón (LAST), Gustavo Induni (SINAC), Rubén Venegas (Fundación Keto), Maddie Beange (PRETOMA), Jairo Sancho (SINAC), Reinaldo Van Vee, Wilberth Vargas, Francisco Mendoza, Johnson Villalobos, Rob James, Manuel Sánchez, Phoebe Edge (COTORCO), Katya Barrantes, Oscar Brenes (RPT), Adrián Bonilla (RPT), Víctor Mena (ACOSA-PNMB), Pedro Porras (ACOSA-PNMB), Ronald Villalobos (Baru), Daniel Segura, Miguel Brai, Geovani Agüero, Víctor Gamboa, Julio Bustamante, Guido Saborío (SINAC-ACOSA).

### EQUIPO DE IMPLEMENTACIÓN

Juan Paulo Gazo (SINAC-ACG), Esther Centeno (SINAC-ACG), Humberto López (SINAC-ACG), Luis Alberto López, José Francisco Saballo (SINAC-ACLAC), Karim Antonio Babb (Cahuita), Charlie Ulises Hernández (Cahuita), Mirna Cortés (SINAC-ACLAC), Nicol Gerardo Argüeta (Cahuita), Wilfredo Arana (Cahuita), Álvaro Bermúdez (RNVSPH-PM), Yamileth Cubero (SINAC-ACOPAC), Arturo Rojas (RNVSPH-PM), Esteban Montero (RNVSPH-PM), Geovanny Agüero (Sistema Nacional de Guardacostas), Víctor Gamboa (Sistema Nacional de Guardacostas), Freddy Campos (Sistema Nacional de Guardacostas).

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

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

**CITAR COMO:** SINAC. 2016. *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas de anidación de tortugas marinas*. Proyecto Consolidación de Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica. 43p.

# CONTENIDO

1	Presentación	5
2	Importancia del protocolo para la integridad ecológica	6
3	Marco sinóptico	7
4	Resumen general de los indicadores	10
5	Indicadores para el monitoreo ecológico marino	12
6	Clave para la identificación de especies	35
7	Referencias	40

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1.** Indicadores de monitoreo incluidos en el protocolo para el elemento focal: Playas de anidación de tortugas marinas. (p. 12)

**FIGURA 2.** Ejemplo de un mojón adecuado para la sectorización de las playas de anidación de tortugas marinas. (p. 13)

**FIGURA 3.** Diagrama de la metodología de medición de las distancias entre los mojones y la línea de marea alta. (p. 14)

**FIGURA 4.** Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados. (p. 22)

**FIGURA 5.** Imagen sobre la forma como se debe preparar el sensor de temperatura previo a los patrullajes nocturnos. (p. 30)

**FIGURA 6.** Rasgos taxonómicos de la cabeza de las tortugas marinas, incluyendo las escamas prefrontales (EPF) y postoculares (EPO). (p. 35)

**FIGURA 7.** Rasgos taxonómicos del caparazón de las tortugas marinas, incluyendo: escudo nual, escudos marginales, escudos vertebrales (EV) y escudos laterales (EL). (p. 35)

**FIGURA 8.** Cabeza sin escamas, caparazón cartilaginoso sin escudos, con siete quillas longitudinales sobresalientes en el dorso. Se puede encontrar en la costa Pacífica y Caribe. (p. 36)

**FIGURA 9.** Cabeza con un par de escamas prefrontales y cuatro escamas postoculares. Caparazón rígido con cuatro pares de escudos laterales. Se puede encontrar en la costa Pacífica y Caribe. (p. 36)

**FIGURA 10.** Cabeza con dos pares de escamas prefrontales y tres escamas postoculares. Caparazón rígido con cuatro pares de escudos laterales. Se puede encontrar en la costa Pacífica y Caribe. (p. 37)

**FIGURA 11.** Cabeza con dos pares de escamas prefrontales y tres escamas postoculares. Caparazón rígido con cinco pares de escudos laterales. El primero de estos escudos (cercano al escudo nual) normalmente presenta un menor tamaño que los restantes. Se puede encontrar sólo en la costa Caribe. (p. 37)

**FIGURA 12.** Cabeza con dos pares de escamas prefrontales y tres escamas postoculares. Caparazón rígido con cinco a nueve pares de escudos laterales (comúnmente seis a ocho) frecuentemente con una configuración asimétrica. Se puede encontrar en la costa Pacífica. (p. 38)

# Presentación

El presente documento es una herramienta que acopia y genera información numérica relacionada con aspectos ecológicos de las tortugas marinas que anidan en Costa Rica, representándola de modo que se evidencien sus variaciones temporales y espaciales. Este sistema se concibe como una herramienta de divulgación de los indicadores de la integridad ecológica y está dirigido a tomadores de decisiones y actores involucrados en el manejo integrado de las áreas marinas protegidas.

La herramienta, le permite conocer el estado de los recursos marinos y costeros, la incidencia que sobre ellos tienen los factores que constituyen amenazas a su sostenibilidad y el resultado de la gestión pública orientada al fomento de los procesos de sostenibilidad ambiental. Los indicadores constituyen una base científica de apoyo que permite a todos los actores formar parte activa de las acciones de manejo y conservación de las áreas marinas protegidas.

Cada indicador del protocolo, manifiesta de forma rápida y sintética la situación de un aspecto o parámetro de cada una de las especies de tortugas marinas, a partir del cual, se considera técnicamente recomendable y políticamente pertinente que el SINAC y la administración de cada área protegida tome decisiones tales como: formular políticas; elaborar normas, fijar estándares, planificar y gestionar ambientalmente el territorio, propiciar la participación ciudadana, evaluar impactos ambientales, implementar nuevos sistemas y modos de gestión y desarrollar investigaciones. Todas estas acciones tendrán el objetivo de garantizar la protección, conservación y manejo de las poblaciones de tortugas marinas.

En síntesis, el uso de estos indicadores tiene especial importancia para el registro de tendencias, la identificación temprana de alertas poblacionales y la predicción de situaciones futuras. Al final de cuentas el éxito de cada área protegida tiene como objetivo la conservación las playas de anidación de tortugas marinas, basadas en el supuesto de que su existencia protege los valores que resguarda, no obstante, para que esto suceda se requiere de una gestión administrativa eficaz que debe adaptarse a las exigencias particulares del sitio. Máxime que cada área protegida tiene características biológicas y sociales diferentes, así como una diversidad de usos y presiones. El logro de ese objetivo de gestión de manejo efectivo requiere de la adopción de sistemas de gobernanza adecuados y una dotación adecuada de recursos pero sobre todo requiere de buenas estrategias de gestión de recursos y procesos que no tendrían éxito si un adecuado monitoreo y evaluación que garantice que se está obteniendo éxito en las metas propuestas.

## Importancia del protocolo para la integridad ecológica

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

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

### INDICADOR

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

### MONITOREO

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

### ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE

Condiciones mínimas en las cuales cada especie de tortuga marina puede persistir tanto en el tiempo como el espacio.

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

## Marco sinóptico

Los ecosistemas marino-costeros representan sitios importantes para la captura y crianza de recursos pesqueros, alojan los hábitats marinos más productivos y diversos como lo son: arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares y estuarios. Esos ecosistemas son esenciales para sostener la captura regional de recursos pesqueros, representan puntos de atracción turística, protegen las costas de fenómenos atmosféricos, así como sirven de refugio y zonas de crianza para una innumerable cantidad de organismos.

En el caso de las tortugas marinas, las distintas especies utilizan durante alguna parte de su ciclo de vida las áreas costeras. En Costa Rica, actualmente anidan cinco especies de tortugas marinas: tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga cabezona (*Caretta caretta*) tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga baula (*Dermochelys coriacea*). Todas especies anidan tanto en el Océano Pacífico como el Mar Caribe de nuestro país, con excepción de la tortuga cabezona que solamente lo realiza en el Mar Caribe.

La tortuga baula del Pacífico Oriental y la tortuga carey son las especies con poblaciones más reducidas y se encuentran catalogadas en Peligro Crítico en la Lista Roja por la IUCN (Mortimer & Donnelly 2008, Wallace *et al.* 2013). Mientras que la tortuga verde y tortuga cabezona están enlistadas como especies en Peligro (Seminoff 2004, Casale & Tucker 2015). Por último, la tortuga lora y la tortuga baula del Caribe están clasificadas como Vulnerables, debido a que han presentado incrementos poblacionales en algunas regiones (Abreu-Gobrois & Plotkin 2008, Wallace *et al.* 2013).

El deterioro de la salud de estas especies ha aumentado de forma exponencial durante los últimos 60 años, como consecuencia de actividades humanas directas o indirectas que inciden sobre la supervivencia de las especies. Dentro de las actividades directas más antiguas se encuentran: la cacería de tortugas para alimento, la cacería de tortugas para elaborar subproductos y el saqueo de huevos. Como actividades indirectas se pueden citar las siguientes: desarrollo de infraestructura en la línea costera, la sobrepesca, pesca incidental y la contaminación de fuentes de agua por vertidos sólidos o líquidos.

### ● Actividades humanas directas

La cacería de tortugas para alimento representa una de las amenazas más fuertes para las tortugas marinas en Costa Rica, ya que normalmente se están extrayendo individuos adultos de una población, los cuales han logrado sobrevivir al menos 20 años, y pueden dejar descendencia. En el país este problema se restringe al Mar Caribe, en donde cada año cientos de tortugas verdes y carey son cazadas en el mar o durante las salidas a la playa



para depositar los huevos. Según una estimación de realizada en 1997, en el Caribe de Costa Rica se cazaron entre 600 y 2,939 tortugas verdes adultas con fines comerciales (Troëng & Ranking 2005). Durante el 2012 en las playas de Cahuita, Moín y Pacuare se contabilizaron 58 de tortuga verde, seis de tortuga carey y una de tortuga cabezona.

La cacería para elaborar subproductos de tortugas marinas se refleja en la venta de bisutería en base a escamas de tortuga carey. Esta bisutería principalmente se utiliza para elaborar anillos, collares, peinetas y espuelas para peleas de gallos (Chacón 2002). Costa Rica en el periodo comprendido entre 1972 y 1984 exportó a Japón unos 2,930 kg de escama de carey, lo que representa unas 2,483 tortugas, lo que evidentemente redujo la población de esta especie en el Caribe.

En cuanto al saqueo de huevos de tortuga, esta quizás es la actividad más conocida, y ocurre en la mayoría de playas que no cuentan con un proyecto de conservación de tortugas marinas. Consiste en la recolecta de huevos de nidos frescos, para ser consumidos directamente por el recolector o para ser comercializados. El huevo de tortuga se consume por su alto valor nutricional, pero también por la creencia cultural de que contribuye a mejorar el rendimiento sexual del consumidor. Actualmente el único sitio del país en donde se permite la extracción de huevos de tortugas marinas es Playa Ostional, en donde se permite a la Asociación de Desarrollo (ADIO) la extracción y comercialización de huevos de tortuga lora durante las arribadas (Valverde *et al.* 2012).

## ● Actividades humanas indirectas

El desarrollo de infraestructura en la línea costera, sin duda alguna es una de las actividades más amenazantes que ha ocurrido en el país, principalmente en la costa Pacífica. El establecimiento de hoteles, condominios y zonas residenciales, frente a las playas trae consigo una serie de consecuencias negativas para el hábitat de las tortugas marinas, tales como: la emisión excesiva de luz artificial, que puede desalentar la anidación exitosa y la alteración del sentido de orientación de los neonatos. Asimismo, se eliminan zonas aptas para anidar, como consecuencia de la colocación de sillas de playa, la excesiva compactación de la arena, eliminación de manglares y vegetación arbustiva de la playa.

Otra actividad que ha reducido fuertemente las poblaciones de tortugas marinas es la sobrepesca, principalmente, en las aguas del Pacífico Oriental. El agotamiento paulatino que ha presentado el recurso pesquero en las últimas décadas ha hecho que los pescadores tengan que invertir cada vez más tiempo la realización de sus actividades, lo que incrementa fuertemente la probabilidad de capturar incidentalmente una tortuga marina. Igualmente, el agotamiento ha producido la búsqueda de sitios de pesca cada vez más alejados de la costa, lo que ha provocado que ahora se pesque en zonas que antes nunca fueron utilizadas, lo que indirectamente servía de protección para las tortugas marinas (Wallace *et al.* 2010).

En Costa Rica, el problema de la pesca incidental de tortugas marinas se agrava dado el gran número de playas en donde ocurre anidación, lo cual es magnificado con la ocurrencia de arribadas de tortuga lora en Playa Nancite y Ostional (Fonseca *et al.* 2009, Valverde *et al.* 2012), en donde como mínimo ocurren unas 500,000 nidadas de tortugas marinas al año. Según Dapp *et al.* (2013), entre 1999 y 2010 se capturaron unas 699,600 tortugas lora, incluyendo 92,300 hembras adultas. Igualmente Whoriskey *et al.* (2011) cuantificaron entre 1999

y 2008 un total de 1,348 tortugas lora y 49 tortugas verde que fueron pescadas incidentalmente en aguas costarricenses. Sin embargo, los datos de ambos estudios no son claros sobre la mortalidad de estas capturas.

Otra actividad que cabe destacar es la contaminación por residuos líquidos, principalmente por pesticidas y aguas servidas. Estos residuos provienen en gran parte de las cuencas hidrográficas que desembocan en ambas costas, las cuales cuentan con desarrollos agrícolas en su parte media, donde el uso intensivo de agroquímicos es común. La lluvia, la escorrentía y el uso despreocupado de estos químicos producen en muchas ocasiones envenenamientos de los ríos y la llegada de estos químicos a las playas. Este problema se incrementa con la ausencia de plantas de tratamiento de aguas residuales y pluviales, que agrega nutrientes en cantidades no reguladas al medio acuático, eutrofizando el sistema, lo que causa un desequilibrio ecológico en muchos grupos, que eventualmente podrían servir de alimento para las tortugas marinas. Quizás el caso más representativo de esto lo representan los arrecifes coralinos.

## ● Desequilibrio de los ecosistemas

Las tortugas marinas cumplen papeles ecológicos importantes, dentro de los más importantes se pueden citar:

### ALIMENTO PARA OTRAS ESPECIES

Las tortugas representan un importante eslabón de las cadenas alimenticias para muchos grupos, que van desde organismos marinos, organismos aéreos y organismos terrestres. Por ejemplo, los neonatos de tortugas marinas son consumidos en las playas por coyotes (*Canis latrans*), pizotes (*Nasua narica*), mapaches (*Procyon lotor*), zorros pelones (*Didelphis marsupialis*), garrobos (*Ctenosaura similis*), cangrejos, zopilotes, halcones, fragatas, entre otros. En el agua los neonatos son depredados por cocodrilos, peces y tiburones.

En caso de los individuos adultos o juveniles, estos pueden ser depredados en las playas por jaguares (*Panthera onca*), cocodrilos y coyotes, durante el proceso de desove. En el mar, este segmento de la población puede ser consumido por tiburones, ballenas asesinas u orcas y cocodrilos. Finalmente, los huevos en las playas de anidación son depredados generalmente por coyotes, mapaches y pizotes, los cuales escarban los nidos con sus patas delanteras.

### ELIMINACIÓN DE UN DEPREDADOR NATURAL

Las tortugas carey se alimentan selectivamente de un pequeño número de especies de esponjas de los arrecifes de coral. El comportamiento selectivo de alimentación de esta especie, limita el crecimiento y/o la presencia de algunas especies de esponjas y permite que otras especies de esponjas, corales y algas, proliferen. Si se reduce el número de tortugas carey o si se extinguen, es posible que las comunidades de arrecifes coralinos cambien drásticamente. Otro ejemplo importante lo representa la relación entre las tortugas baulas y su principal alimento, las medusas. Si disminuye la cantidad de tortugas baulas, es posible que haya una explosión en las poblaciones de medusas. Algunas de las especies de medusas se alimentan de peces, de manera que, si sus poblaciones se incrementan, esto a su vez podría afectar negativamente las poblaciones de peces de importancia económica, así como la pesquería comercial.

## Resumen general de los indicadores

Para caracterizar los objetos de conservación del área protegida y asegurar su viabilidad en el largo plazo se mide su integridad ecológica. Esta es una herramienta para valorar si el área silvestre protegida está cumpliendo los objetivos para lo cual fue creada, a partir de los objetos focales de conservación. La integridad ecológica se compone de tres categorías:

### TAMAÑO

Medida del área o abundancia del objeto focal de conservación (número de nidos o número de individuos).

### CONTEXTO PAISAJÍSTICO

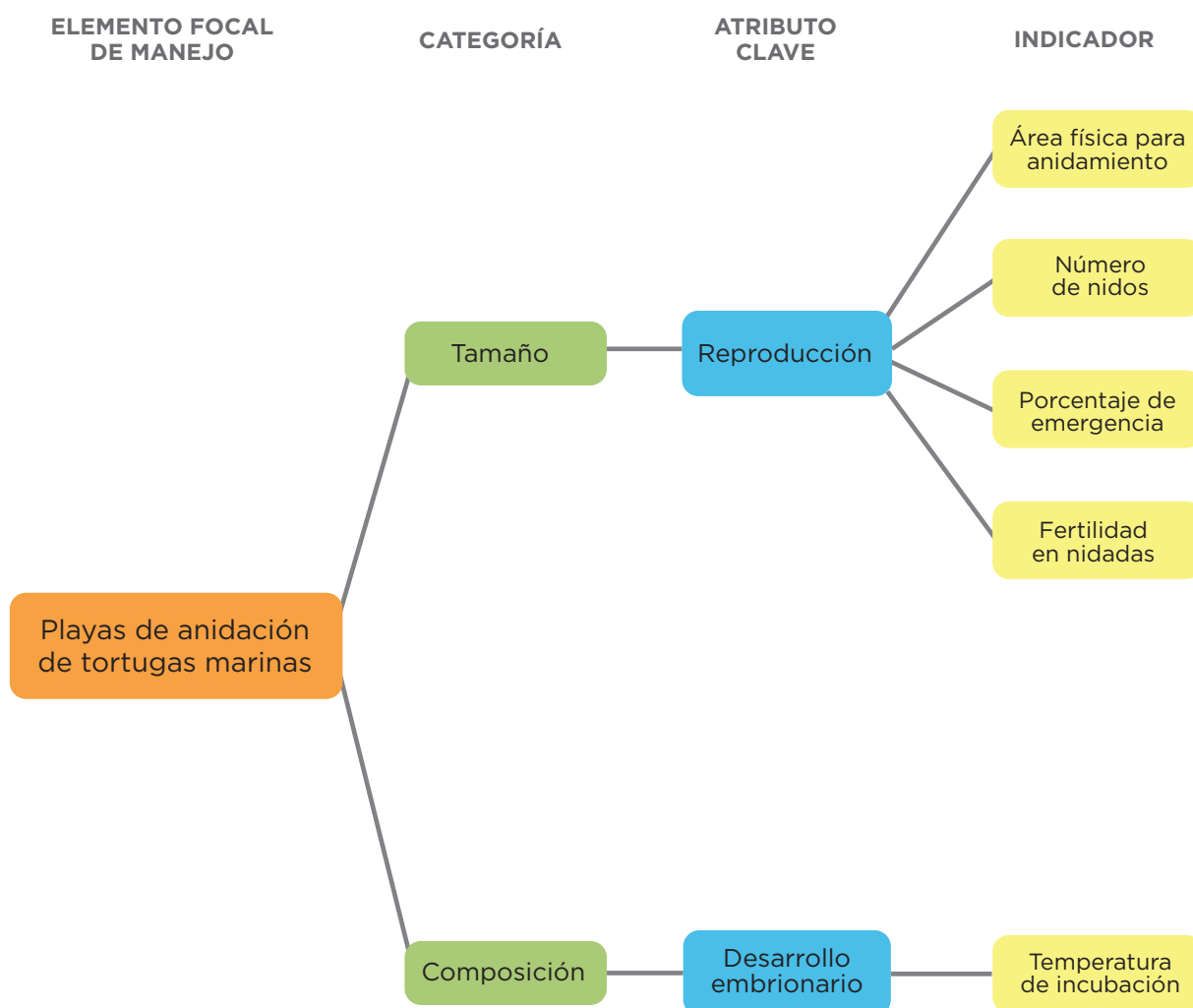
Mide el grado en que los paisajes facilitan o impiden el movimiento de recursos entre diferentes hábitats o comunidades. Directamente relacionado con el grado de conectividad del hábitat, procesos de fragmentación, interrupción o agregación de hábitats.

### CONDICIÓN (Composición y Estructura)

Regímenes ambientales y procesos ambientales dominantes que mantienen el objeto de conservación y la conectividad (regímenes hidrológicos, regímenes climáticos).

Para evaluar el estado de las especies de tortugas marinas que anidan en cada una de estas playas, se establecieron seis indicadores que permitirán tomar mejores acciones de manejo y conservación de estos sitios. En la Figura 1 se muestran cada uno de los indicadores seleccionados.

La selección de cada uno de estos indicadores se realizó de acuerdo a parámetros poblacionales que puedan representar de la manera menos sesgada, el estado o tendencia de cada especie durante cada una de las fases del ciclo de vida. Evidentemente en las playas de anidación únicamente se puede evaluar la información de fase reproductiva de las hembras. Sin embargo, dada la dificultad de obtener información sobre machos, juveniles y subadultos, es completamente válido el uso de los datos derivados del número de nidadas, número de hembras y neonatos producidos como una medida indirecta del estado poblacional.








**FIGURA 1.** Indicadores de monitoreo incluidos en el protocolo para el elemento focal: Playas de anidación de tortugas marinas.

## Indicadores para el monitoreo ecológico marino

### INDICADOR 1

Área física disponible como sitio de anidamiento

<b>ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:</b> Playas de anidación de tortugas marinas		
<b>CATEGORÍA:</b> Tamaño		<b>ATRIBUTO CLAVE:</b> Reproducción
<b>OBJETIVO:</b> Determinar el área sin alteraciones disponible para el anidamiento de cada especie, la cual es una medida proporcional de la probabilidad de que una tortuga anide exitosamente en un espacio determinado.		
<b>FRECUENCIA DEL MONITOREO:</b> Cada 30 días durante la temporada de anidamiento		<b>ESFUERZO DE MONITOREO:</b> 60 minutos por cada kilómetro de extensión de la playa
<b>HORARIO DE MONITOREO:</b> Cualquier hora del día		<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> 2-3 funcionarios
<b>EQUIPO REQUERIDO:</b> Cinta métrica de 50m, hojas de campo, pintura en aceite, computadora personal		<b>CONOCIMIENTO PREVIO:</b> Adiestramiento básico del protocolo de playas de anidación del SINAC
<b>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:</b>		
	Muy bueno	0-19.9%
	Bueno	20-49.9%
	Regular	50-59.9%
	Bajo	60-74.9%
	Muy bajo	Mayor o igual a 75.0%
% Reducción de área disponible de anidación de la temporada presente respecto al valor promedio de la playa de años previos.		

## ● Detalle metodológico

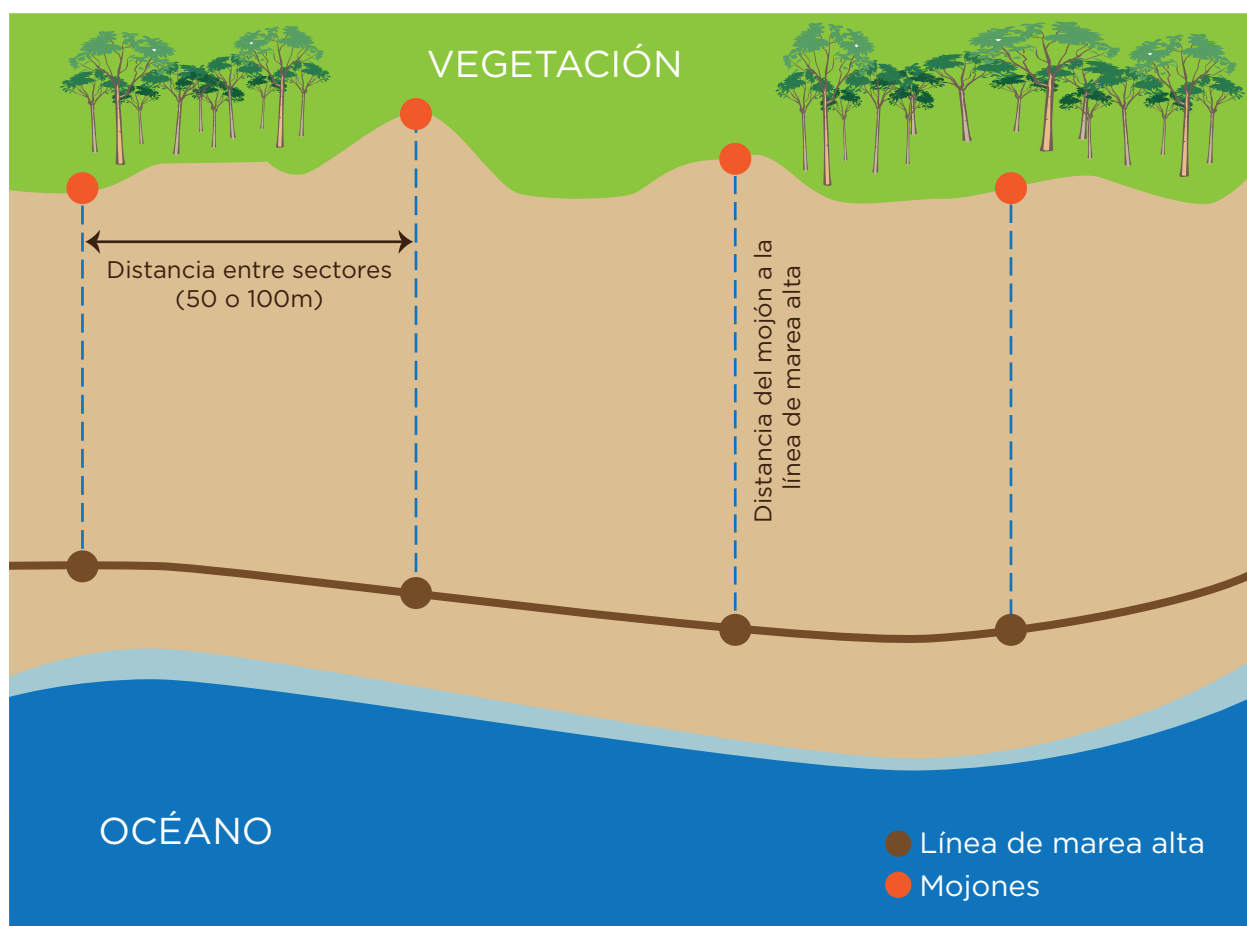
En muchas áreas protegidas la llegada de basura orgánica (madera, sedimentos, etc) así como basura inorgánica tal como plásticos literalmente bloquea el acceso de las hembras a los sitios correctos de anidamiento. Asimismo, el incremento del nivel del mar como producto del calentamiento global provoca 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.

Se recomienda la totalidad de la playa dividirla en sectores de 50 m para ordenar lateralmente la anidación (playas con extensiones superiores a los 3 km pueden dividir la playa cada 100 m). En los extremos de cada sector se enterrará un tronco que servirá de mojón, al menos unos 20 cm de radio y con una altura mayor a los 1.5 m. Cada mojón se enumerará con pintura para llevar un mejor orden en el trabajo (Fig. 2).



**FIGURA 2.** Ejemplo de un mojón adecuado para la sectorización de las playas de anidación de tortugas marinas.

El mojón se utilizará como guía para medir la distancia (m) entre la base del mojón y la línea de marea alta (Fig. 3). En los casos en donde se presenten cortes de playa por erosión en donde evidentemente las tortugas no puedan subir, la distancia se medirá del borde del corte hasta la línea de marea alta.



**FIGURA 3.** Diagrama de la metodología de medición de las distancias entre los mojones y la línea de marea alta.

## ● **Ámbito de variación permisible**

Las playas son un hábitat muy dinámico como consecuencia de la interacción de factores como el viento, las corrientes marinas y la precipitación. Dado que para la mayoría de las playas no existen datos previos del área disponible para el anidamiento, se espera tener datos de una temporada completa la información de línea base para comparar con mediciones futuras. Se utilizará el área promedio ( $m^2$ ) como el parámetro a comparar con el ámbito de variación permisible. El semáforo de calificaciones para este indicador se presenta en el cuadro resumen.



## ● Análisis de datos e interpretación

### PASO 1

Una vez finalizada cada una de las mediciones mensuales, se procederá al cálculo del área disponible para la anidación. La misma se calculará utilizando el método de aproximación de la regla de Simpson, donde la longitud de la distancia entre el mojón y la línea de marea alta serán las medidas necesarias para la estimación. La longitud se define por la sección de la playa entre el primer y último mojón usando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{1}{3} h [(y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{n-2})]$$

donde: A = área de aproximación de acuerdo a la regla de Simpson (m<sup>2</sup>),  $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$  = distancia entre el mojón y la línea de marea alta de cada sector desde primero ( $y_0$ ) hasta el último ( $y_n$ ) y h = distancia entre mojones (50 o 100 m).

### PASO 2

Para la realización del cálculo debe de ingresar a la siguiente página electrónica: <http://www2.southeastern.edu/Academics/Faculty/rvalverde/arribada.php>. Aquí se desplegará un espacio en donde deberá de introducir cada una de las medidas por mojón, tal como se muestra a continuación:

The screenshot shows a web browser window with the title 'Roldan Valverde'. The main heading is 'Arribada Portal' with a turtle illustration. The form contains several input fields and a button:

- A large text area on the left contains the numbers '23 34 19 15 22'.
- On the right, there are four input fields:
  - 'Time turtles spend laying eggs (min)'
  - 'Distance between transects (m)' with the value '50' entered.
  - 'Time between counts (h)'
  - 'Width of transect (m)'
- A 'process data' button is located at the bottom right.



Nótese que únicamente se debe anotar cada medida separada por un espacio. Igualmente se debe anotar la distancia entre cada uno de los mojones en el espacio “Distance between transects”. Una vez realizado esto, se procede a presionar el link “Process data” y se obtiene el resultado:

.....: **Roldan Valverde** .....

Length of transects 23 34 19 15 22

Counts Transects

1 2 3 4 5

Estimated number of egg-laying females	v(M)	Standard error	Upper Confidence Interval	Lower Confidence Interval
0	0	0	0	0

Mean time turtles spent laying eggs	Number of turtles counted in transects	Sum of transect lengths	Nesting area
		113	4625 m2

### PASO 3






Ahora tome cada una de los datos de las temporadas anteriores (en caso de que existan) y calcule el promedio de toda la información. A continuación se muestra un ejemplo:

Temporada	Área disponible para el anidamiento (m²)
2009-10	22,281
2010-11	20,000
2011-12	18,900
2012-13	23,500
2013-14	22,675
2014-15	17,900

El área disponible para el anidamiento promedio de estas seis temporadas fue de 20,876 m<sup>2</sup>. Si durante la presente temporada se estimó un área promedio de 15,000 m<sup>2</sup>, esto significa que durante esta temporada el área se redujo, lo que representa un 71.85% en comparación al registro histórico. Ahora tomamos este valor y los buscamos en el semáforo del ámbito de variación permisible (ver cuadro resumen del presente indicador). Al realizar el análisis podemos inferir que el área disponible de anidamiento obtuvo una calificación de **BUENO**.
















#### PASO 4

Ahora debemos proceder a realizar la interpretación de los resultados, para lo que mostraremos la interpretación de cada una de uno de los ámbitos de variación:

Escala del indicador	Interpretación	Medidas de mitigación
 0-19.9% MUY BUENO	Este indicador sugiere que el área disponible para el anidamiento se ha mantenido estable o ha incrementado, posiblemente como consecuencia de un cambio en las condiciones físicas de la playa. Lo que garantiza excelentes condiciones para la anidación de las hembras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con el monitoreo de este indicador</li> </ul>
 20.0 - 49.9% BUENO	Este indicador sugiere que el área disponible para el anidamiento se ha mantenido estable, con valores ligeramente inferiores al promedio observado durante el monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con el monitoreo de este indicador</li> </ul>
 50.0 - 59.9% REGULAR	Este indicador sugiere que el área disponible para el anidamiento se ha reducido, con valores inferiores al promedio observado durante el monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con el monitoreo de este indicador</li> </ul>
 60.0 - 74.9% BAJO	Este indicador sugiere que el área disponible para el anidamiento se ha reducido de manera importante para la sobrevivencia de la población. Podría ocurrir que estas tortugas se desplacen a sitios con mejores condiciones o realicen un alto número de anidaciones falsas, lo cual es negativo ya que cada hembra debe invertir una cantidad importante de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar las nidadas a zonas seguras de la playa</li> <li>Eliminar las fuentes lumínicas de contaminación, ya sea con la creación de una cortina verde o el cambio de luces</li> </ul>
 ≥75.0% MUY BAJO	Este indicador sugiere que el área disponible para el anidamiento se ha reducido hasta alcanzar cifras preocupantes para la sobrevivencia de la población. Podría ocurrir que estas tortugas se desplacen a sitios con mejores condiciones o realicen un alto número de anidaciones falsas, lo cual es negativo ya que cada hembra debe invertir una cantidad importante de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar las nidadas en zonas seguras de la playa</li> <li>Eliminar las fuentes lumínicas de contaminación, ya sea con la creación de una cortina verde o el cambio de luces</li> </ul>

## INDICADOR 2

Número de nidos por especie

<b>ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:</b> Playas de anidación de tortugas marinas																
<b>CATEGORÍA:</b> Tamaño	<b>ATRIBUTO CLAVE:</b> Reproducción															
<b>OBJETIVO:</b> Estimar una medida indirecta del estado de la población a través del número de nidos depositados por las hembras que alcanzaron la madurez sexual. Se reconoce que son una fracción de la población pero como tal, son una muestra robusta y confiable del estado de la población dada la dificultad de muestrear individuos juveniles o machos en el mar.																
<b>FRECUENCIA DEL MONITOREO:</b> Un muestreo diario durante la temporada de anidación	<b>ESFUERZO DE MONITOREO:</b> Al menos 8 semanas que incluyan los meses pico de la temporada de anidamiento															
<b>HORARIO DE MONITOREO:</b> Entre las 20:00 h y 04:00 h de cada día	<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Al menos un funcionario por cada 2 kilómetros de playa															
<b>EQUIPO REQUERIDO:</b> Hojas de campo, tabla para anotar, linterna con luz roja, vestimenta oscura	<b>CONOCIMIENTO PREVIO:</b> Adiestramiento básico del protocolo que incluya la identificación de especies por observación directa y por huellas															
<b>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:</b> <table><tr><td></td><td>Muy bueno</td><td>Mayor o igual a 75.0%</td></tr><tr><td></td><td>Bueno</td><td>60-74.9%</td></tr><tr><td></td><td>Regular</td><td>50-59.9%</td></tr><tr><td></td><td>Bajo</td><td>20-49.9%</td></tr><tr><td></td><td>Muy bajo</td><td>0-19%</td></tr></table> <p>% Número de nidos de la presente temporada respecto al promedio historico del número nidos de la playa (al menos 10 temporadas).</p>			Muy bueno	Mayor o igual a 75.0%		Bueno	60-74.9%		Regular	50-59.9%		Bajo	20-49.9%		Muy bajo	0-19%
	Muy bueno	Mayor o igual a 75.0%														
	Bueno	60-74.9%														
	Regular	50-59.9%														
	Bajo	20-49.9%														
	Muy bajo	0-19%														

## ● Detalle metodológico

La playa elegida para el monitoreo 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, sin olvidar que el anidamiento es dinámico y se mueve espacio y 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 sectores de 50 m para ordenar lateralmente 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.

Entre las 20:00 h y las 04:00 h de cada día se realizarán patrullajes nocturnos en donde contarán cada uno de los nidos presentes en la playa. En la hoja campo se anota el sector de la playa en donde se observó y la especie correspondiente. Con la punta del pie se pintará una “X” sobre la arena, con el fin de evitar un conteo doble. En los días en que no pueda realizar patrullajes nocturnos, se realizará un censo matinal, preferiblemente entre las 6:00 h y 8:00 h del día siguiente, en donde se lleve a cabo un monitoreo de verificación de la cantidad de nidos que se presentaron la noche anterior. Es importante tener en cuenta que esta metodología **NO ES VÁLIDA** para los días que ocurre arribadas en Playa Nancite y Playa Ostional.

## ● **Ámbito de variación permisible**

Dado que las tortugas marinas son especies longevas y de lento crecimiento, la evaluación del número de nidos en una playa debe ser efectuada posterior a la décima temporada de monitoreo. Máxime que todas las especies presentan fuertes fluctuaciones en el número de nidos por temporada. Normalmente los expertos en tortugas aducen que se presentan temporadas muy buenas y temporadas muy bajas, por lo que números excepcionalmente extremos, deben de considerarse con cautela. En el caso de este protocolo, se usará como medida de referencia el número promedio de nidadas por temporada por especie y por playa; para un periodo de 10 temporadas de información como valor de referencia. En el caso de que no existan, no se podrá realizar la evaluación hasta contar con la información requerida, por lo que se deben de almacenar los datos en lugar seguro y con respaldo. En el cuadro resumen se presenta el semáforo de calificaciones para este indicador.

## ● **Análisis de datos e interpretación**

### **PASO 1**

Una vez finalizada la temporada de anidación se calculará el número total de nidos, que básicamente es la suma de los nidos cuantificados diariamente.

### **PASO 2**

Ahora tome cada una de los datos de las temporadas anteriores (en caso de que existan) y calcule el promedio de toda la información. A continuación se muestra un ejemplo:




Temporada	Número de nidos
2005-06	693
2006-07	801
2007-08	1,003
2008-09	744
2009-10	981



Temporada	Número de nidos
2010-11	1,212
2011-12	689
2012-13	790
2013-14	819
2014-15	1,466

El número de nidos promedio de estas 10 temporadas fue de 919.8 nidadas. Si durante la presente temporada se contabilizaron 500 nidos, esto significa que únicamente anidó el 54.4% del promedio de nidos contabilizados durante las temporadas anteriores. Ahora tomamos este valor y los buscamos en el semáforo del ámbito de variación permisible (ver cuadro resumen para este indicador). Al realizar el análisis podemos inferir que el número de nidos obtuvo una calificación de **REGULAR**.

### PASO 3

Ahora debemos proceder a realizar la interpretación de los resultados, para lo que mostraremos la interpretación de cada una de uno de los ámbitos de variación:

Escala del indicador	Interpretación	Medidas de mitigación
 ≥75.0% MUY BUENO	Este indicador sugiere que el número de nidos de esta población se incrementado, posiblemente como consecuencia condiciones apropiadas del hábitat en las diferentes etapas del ciclo de vida de la especie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>
 60.0 - 74.9% BUENO	Este indicador sugiere que el número de nidos de esta población se ha mantenido estable, con valores ligeramente superiores al promedio observado durante el monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>
 50.0 - 59.9% REGULAR	Este indicador sugiere que el número de nidos de esta población se ha mantenido estable, con valores ligeramente inferiores al promedio observado durante el monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>

Escala del indicador	Interpretación	Medidas de mitigación
 20.0 - 49.9% BAJO	<p>Este indicador sugiere que el número de nidos se ha reducido de manera importante para la sobrevivencia de la población. Podría citarse como posibles causas de esta disminución: baja tasa de reclutamiento (erosión de playa, alta temperatura de la arena, inundación de las nidadas por mareas, saqueo de huevos, depredación de huevos por animales domésticos), alta mortalidad de individuos por pesca incidental, cacería de tortugas y la pérdida del calidad del hábitat (erosión de playa, contaminación lumínica, compactación de la arena).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>• Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>• Reforestación de la línea de costa con especies nativas en los casos en donde esta vegetación no exista</li> </ul>
 0 - 19.9% MUY BAJO	<p>Este indicador sugiere que el número de nidos se ha reducido hasta alcanzar cifras preocupantes para la sobrevivencia de la población. Podría citarse como posibles causas de esta drástica disminución: baja tasa de reclutamiento (erosión de playa, alta temperatura de la arena, inundación de las nidadas por mareas, saqueo de huevos, depredación de huevos por animales domésticos), alta mortalidad de individuos por pesca incidental, cacería de tortugas y la pérdida del calidad del hábitat (erosión de playa, contaminación lumínica, compactación de la arena).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalizar las nidadas en zonas seguras de la playa</li> <li>• Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>• Desarrollar un plan de control y protección para evitar el saqueo de huevos y la cacería de tortugas</li> <li>• Eliminar las fuentes lumínicas de contaminación, ya sea con la creación de una cortina verde o el cambio de luces</li> <li>• Elaborar un plan de control de los animales domésticos pertenecientes a las casas o fincas frente a la línea de costa</li> </ul>

### INDICADOR 3

Porcentaje de emergencia de las nidadas en playa

<b>ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:</b> Playas de anidación de tortugas marinas	
<b>CATEGORÍA:</b> Tamaño	<b>ATRIBUTO CLAVE:</b> Reproducción
<b>OBJETIVO:</b> Estimar la contribución de cada una de las nidadas al reclutamiento de la población. Este valor puede ser analizado como una medida inversa de la mortalidad durante el desarrollo embrionario.	
<b>FRECUENCIA DEL MONITOREO:</b> Un muestreo diario durante la temporada de anidación	<b>ESFUERZO DE MONITOREO:</b> 20 minutos por cada kilómetro de extensión de playa
<b>HORARIO DE MONITOREO:</b> Entre las 20:00 h y 04:00 h de cada día	<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Al menos un funcionario por cada 2 kilómetros de playa
<b>EQUIPO REQUERIDO:</b> Hojas de campo, tabla para anotar, linterna con luz roja, vestimenta oscura, mecate bananero, botellas plásticas de 600 ml, guantes de látex	<b>CONOCIMIENTO PREVIO:</b> Adiestramiento básico del protocolo que incluya la identificación de especies por observación directa y por huellas, y el procedimiento de exhumación de nidadas

**ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:**

Muy bueno

Mayor o igual a 75.0%

Bueno

60-74.9%

Regular

50-59.9%

Bajo

20-49.9%

Muy bajo

0-19.9%

% Emergencia del número de nidos en la presente temporada de anidación para cada especie.

**Tortuga lora, verde, carey y cabezona**

Muy bueno

Mayor o igual a 65.0%

Bueno

50-64.9%

Regular

40-49.9%

Bajo

30-39.9%

Muy bajo

0-19.9%

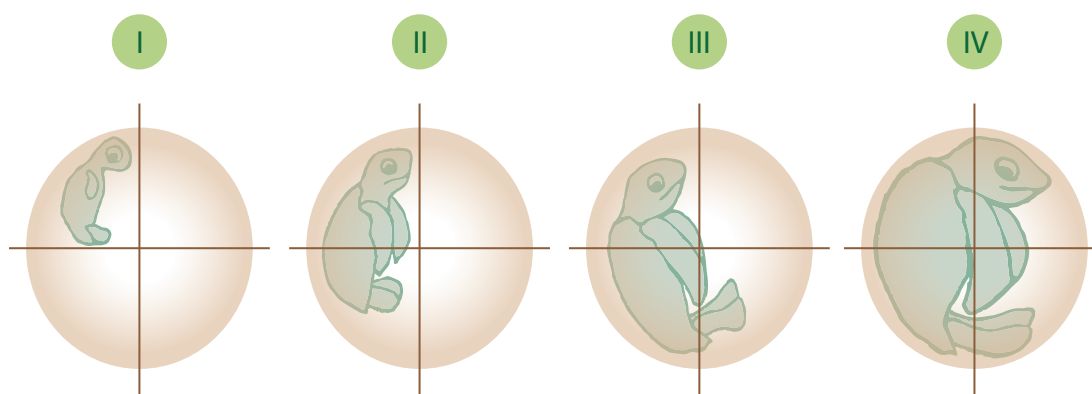
% Emergencia del número de nidos en la presente temporada de anidación de la tortuga baula.

## ● Detalle metodológico

Para evaluar este indicador se debe de marcar al menos una nidada por noche durante los patrullajes nocturnos. Estas nidadas deben de elegirse aleatoriamente, para contar con una muestra representativa de este indicador. El marcaje de cada nidada puede realizarse de varias formas, como triangulación o por el uso de marcas externas. En la hoja de campo debe anotarse: fecha, el sector de la playa (recordar que debe estar delimitada cada 50 m lateralmente), especie, distancia del nido a la vegetación y/o alguna otra información que permita su ubicación luego del periodo de incubación.

Durante el periodo de incubación debe realizarse un seguimiento de cada una de las nidadas marcadas, para determinar si los huevos son depredados, saqueados por seres humanos o erosionados por las mareas. Si esto ocurre debe anotarse en la hoja de campo. Automáticamente estas nidadas presentaran un porcentaje de emergencia de cero, y estos datos deben de incluirse en el momento de calcular el porcentaje de emergencia general. En los casos en donde no se pueda encontrar las nidadas, éstas se excluirán del cálculo del porcentaje de emergencia.

Cuando los huevos están a término y se manifiesta la primera salida de neonatos a la superficie de la arena, se debe esperar 72 horas para extraer y exhumar los huevos. La exhumación consiste en la excavación para extraer los restos de los huevos y los posibles neonatos que aún no hayan podido emerger, o que hayan muerto. Se contabilizarán las cáscaras (evidencia de la eclosión de un neonatos), neonatos vivos, neonatos muertos, huevos con desarrollo embrionario y sin desarrollo embrionario. Los huevos con desarrollo serán clasificados en cuatro categorías, siguiendo la metodología descrita por Chacón *et al.* (2007) (Fig. 4): Estadío I: embrión cubre de 1 a 25 % de la cavidad amniótica del huevo; Estadío II: embrión cubre de 26 a 50 % de la cavidad amniótica del huevo; Estadío III: embrión cubre de 51 a 75 % de la cavidad amniótica del huevo y Estadío IV: embrión cubre de 76 a 100 % de la cavidad amniótica del huevo. El porcentaje de emergencia se calculara como:  $PE = (N - M) / H * 100$ , donde: PE: porcentaje de emergencia, N: número de cáscaras, M: número de neonatos muertos encontrados en la columna de arena y H: número de huevos depositados.



**FIGURA 4.** Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados.



## ● **Ámbito de variación permisible**

De acuerdo a la literatura las especies de tortugas presentan porcentajes de emergencia similares, en donde se considera como adecuados los superiores al 75%. La única especie que no encaja dentro del enunciado anterior, es la tortuga baula, la cual muestra normalmente porcentajes de emergencia inferiores al 65%. Por tanto, para este indicador se han construido dos semáforos de calificación, los cuales se muestran en el cuadro resumen.

## ● **Análisis de datos e interpretación**

### **PASO 1**

Una vez que tenga tabulado los datos de las exhumaciones, proceda a calcular el porcentaje de emergencia por nidada.

### **PASO 2**

Ahora tome cada porcentaje de emergencia y calcule la el porcentaje de emergencia promedio para todas las nidadas. A continuación se muestra un ejemplo con 10 nidadas de tortuga Carey:






Porcentaje de emergencia	Observaciones
25.0	Eclosionó
50.0	Eclosionó
0.0	Saqueado por humanos
90.0	Eclosionó
70.0	Eclosionó






Porcentaje de emergencia	Observaciones
40.0	Eclosionó
0.0	Depredado por mapaches
20.0	Eclosionó
0.0	No eclosionó
15.0	Eclosionó

El promedio del porcentaje de emergencia de estas nidadas fue de 31.0%. Ahora tomamos este valor y los buscamos en el semáforo de ámbito del variación permisible para tortuga Carey (ver cuadro resumen para este indicador). Al realizar el análisis podemos inferir que el porcentaje de emergencia de las nidadas obtuvo una calificación de BAJO.

### **PASO 3**
















Ahora debemos proceder a realizar la interpretación de los resultados, para lo que mostraremos las condiciones de cada una de uno de los ámbitos de variación:

Escala del indicador (tortuga lora, verde, carey y cabeza)	Interpretación	Medidas de mitigación
 ≥75.0% MUY BUENO	<p>Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia contribuye de manera óptima en el reclutamiento de nuevos individuos para la población.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>
 60.0 - 74.9% BUENO	<p>Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia está presentando valores muy cercanos al óptimo, por lo que las amenazas son reducidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>
 50.0 - 59.9% REGULAR	<p>Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo de forma leve en el porcentaje de emergencia. Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, no debería repercutir en el estado de la población a largo plazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar al menos el 30% de la anidación total a zonas seguras de la playa</li> </ul>
 20.0 - 49.9% BAJO	<p>Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo negativamente el porcentaje de emergencia a niveles preocupantes, ya sea por factores intrínsecos de la playa (temperatura y humedad de la arena, inundación por mareas, alta presencia microorganismos) o factores extrínsecos (saqueo de huevos, depredación de huevos, compactación de la arena, erosión por mareas). Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, derivará en una leve reducción a largo plazo de la población.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>Desarrollar un programa de control y protección para reducir el saqueo de huevos</li> </ul>
 0 - 19.9% MUY BAJO	<p>Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo negativamente el porcentaje de emergencia a niveles muy preocupantes, ya sea por factores intrínsecos de la playa (temperatura y humedad de la arena, inundación por mareas, alta presencia microorganismos) o factores extrínsecos (saqueo de huevos, depredación de huevos, compactación de la arena, erosión por mareas). Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, derivará en una reducción a largo plazo de la población; llevándolo a niveles cercanos a la extinción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>Desarrollar un programa de control y protección para reducir el saqueo de huevos</li> </ul>

Escala del indicador (tortuga baula)	Interpretación	Medidas de mitigación
 ≥65.0% MUY BUENO	Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia contribuye de manera óptima en el reclutamiento de nuevos individuos para la población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>
 50.0 - 64.9% BUENO	Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia está presentando valores muy cercanos al óptimo, por lo que las amenazas son reducidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años</li> </ul>
 40.0 - 49.9% REGULAR	Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo de forma leve en el porcentaje de emergencia. Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, no debería repercutir en el estado de la población a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar al menos el 30% de la anidación total a zonas seguras de la playa</li> </ul>
 30.0 - 39.9% BAJO	Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo negativamente el porcentaje de emergencia a niveles preocupantes, ya sea por factores intrínsecos de la playa (temperatura y humedad de la arena, inundación por mareas, alta presencia microorganismos) o factores extrínsecos (saqueo de huevos, depredación de huevos, compactación de la arena, erosión por mareas). Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, derivará en una leve reducción a largo plazo de la población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>Desarrollar un programa de control y protección para reducir el saqueo de huevos</li> </ul>
 0 - 29.9% MUY BAJO	Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo negativamente el porcentaje de emergencia a niveles muy preocupantes, ya sea por factores intrínsecos de la playa (temperatura y humedad de la arena, inundación por mareas, alta presencia microorganismos) o factores extrínsecos (saqueo de huevos, depredación de huevos, compactación de la arena, erosión por mareas). Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, derivará en una reducción a largo plazo de la población; llevándolo a niveles cercanos a la extinción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>Desarrollar un programa de control y protección para reducir el saqueo de huevos</li> </ul>

## INDICADOR 4

### Fertilidad de las nidadas en la playa

<b>ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:</b> Playas de anidación de tortugas marinas																	
<b>CATEGORÍA:</b> Tamaño	<b>ATRIBUTO CLAVE:</b> Reproducción																
<b>OBJETIVO:</b> Determinar de forma indirecta la presencia de gametos viables de ambos sexos en cada uno de los huevos de una nidada. Este indicador puede ser difícil de medir dado que los huevos durante el desarrollo embrionarios pueden ser afectado por factores bióticos o abióticos de las playas de anidación, como pueden ser: temperatura de la arena, inundación de las nidadas por las mareas y la presencia de microorganismos. Además, la ausencia de huevos fértiles puede ser un reflejo de una reducida proporción de machos disponibles para copular con todas las hembras de la población.																	
<b>FRECUENCIA DEL MONITOREO:</b> Un muestreo diario durante la temporada de anidación	<b>ESFUERZO DE MONITOREO:</b> 20 minutos por cada kilómetro de extensión de playa																
<b>HORARIO DE MONITOREO:</b> Entre las 20:00 h y 04:00 h de cada día	<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Al menos un funcionario por cada 2 kilómetros de playa																
<b>EQUIPO REQUERIDO:</b> Hojas de campo, tabla para anotar, linterna con luz roja, vestimenta oscura, mecate bananero, botellas plásticas de 600ml, guantes de látex	<b>CONOCIMIENTO PREVIO:</b> Adiestramiento básico del protocolo que incluya la identificación de especies por observación directa y por huellas, y el procedimiento de exhumación de nidadas																
<b>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:</b> <table><tr><td></td><td>Muy bueno</td><td>Mayor o igual a 75.0%</td><td rowspan="5">% Número de nidos fértiles respecto al total de nidos exhumados de la presente temporada.</td></tr><tr><td></td><td>Bueno</td><td>60-74.9%</td></tr><tr><td></td><td>Regular</td><td>50-59.9%</td></tr><tr><td></td><td>Bajo</td><td>20-49.9%</td></tr><tr><td></td><td>Muy bajo</td><td>0-19.9%</td></tr></table>			Muy bueno	Mayor o igual a 75.0%	% Número de nidos fértiles respecto al total de nidos exhumados de la presente temporada.		Bueno	60-74.9%		Regular	50-59.9%		Bajo	20-49.9%		Muy bajo	0-19.9%
	Muy bueno	Mayor o igual a 75.0%	% Número de nidos fértiles respecto al total de nidos exhumados de la presente temporada.														
	Bueno	60-74.9%															
	Regular	50-59.9%															
	Bajo	20-49.9%															
	Muy bajo	0-19.9%															

## ● Detalle metodológico

Este indicador está completamente ligado al porcentaje de emergencia, ya que usaremos el proceso de exhumación para obtener los datos requeridos para el cálculo del porcentaje de fertilidad. Se contabilizarán las cáscaras (evidencia de la eclosión de neonatos), neonatos vivos, neonatos muertos, huevos con desarrollo embrionario y sin desarrollo embrionario. El porcentaje de fertilidad se calculará como:  $PF = (HF+N)-HI / H * 100$ , donde: PF: porcentaje de fertilidad, HF: número de huevos con desarrollo embrionario, N: número de cáscaras, HI: número de huevos sin desarrollo embrionario y H: número de huevos depositados.

## ● **Ámbito de variación permisible**

Este indicador es una medida relativa de la fertilidad de los huevos, debido a que con este método no es posible determinar con exactitud las razones por las cuales no hubo desarrollo embrionario. No podemos pasar por alto que condiciones previas pueden afectar el desarrollo embrionario, tales como: temperaturas extremas, inundación por mareas, exceso de precipitación, contaminación, entre otros. Sin embargo, se asumirá que cada huevo sin desarrollo es consecuencia de la falta de gametos sexuales. El semáforo de calificaciones para este indicador se encuentra en el cuadro resumen.

## ● **Análisis de datos e interpretación**

### **PASO 1**

Una vez que tenga tabulados los datos de las exhumaciones, proceda a calcular el porcentaje de fertilidad por nidada.

### **PASO 2**






Ahora tome cada porcentaje de fertilidad y calcule la el porcentaje de fertilidad promedio para todas las nidadas. A continuación se muestra un ejemplo con 10 nidadas:

Número de cáscaras	Huevos con desarrollo	Huevos sin desarrollo	Porcentaje de fertilidad
100	0	0	100
50	50	0	100
0	90	10	90.0
25	25	50	50.0
99	0	1	99.0
35	5	60	40.0
0	0	80	0.0
10	20	70	30.0
0	0	90	0.0
15	0	85	15.0

El promedio del porcentaje de fertilidad de estas nidadas fue de 52.4%. Ahora tomamos este valor y los buscamos en el semáforo del ámbito de variación permisible, ver cuadro resumen para este indicador. Al realizar el análisis podemos inferir que el porcentaje de fertilidad de las nidadas obtuvo una calificación de **REGULAR**.

### **PASO 3**

Ahora debemos proceder a realizar la interpretación de los resultados, para lo que mostraremos las condiciones de cada una de uno de los ámbitos de variación:

Escala del indicador	Interpretación	Medidas de mitigación
 ≥75.0% MUY BUENO	<p>Este indicador sugiere que las hembras y los machos no presentan problemas de fertilidad. Además, factores ambientales como: temperaturas extremas, inundación por mareas, exceso de precipitación y contaminación de la arena no están afectando el desarrollo embrionario.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado que las cópulas de las tortugas ocurre en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación</li> </ul>
 60.0 - 74.9% BUENO	<p>Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia está presentando valores muy cercanos al óptimo, por lo que las amenazas son reducidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado que las cópulas de las tortugas ocurre en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación</li> </ul>
 50.0 - 59.9% REGULAR	<p>Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo de forma leve el desarrollo embrionario. Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, no debería repercutir en el estado de la población a largo plazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado que las cópulas de las tortugas ocurre en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación</li> </ul>
 20.0 - 49.9% BAJO	<p>Este indicador sugiere que existe un factor que está incidiendo negativamente el porcentaje de emergencia a niveles preocupantes, ya sea por factores intrínsecos de la playa (temperatura y humedad de la arena, inundación por mareas, alta presencia microorganismos). Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, derivará en una leve reducción a largo plazo de la población.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado que las cópulas de las tortugas ocurre en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación</li> </ul>
 0 - 19.9% MUY BAJO	<p>Este indicador sugiere un problema grave en la fertilidad de los huevos, ya sea por problemas de fertilidad de las hembras o de los machos, o porque la población está carente de machos que puedan copular con todas las hembras. Es importante verificar que esta calificación no se deba a factores como: temperaturas extremas, inundación por mareas, exceso de precipitación y contaminación de la arena. Si el nivel de este indicador se mantiene constante cada año, derivará en una reducción a largo plazo de la población; llevándolo a niveles cercanos a la extinción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dado que las cópulas de las tortugas ocurre en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación.</li> <li>• Relocalizar nidadas que puedan ser inundadas por</li> </ul>

## INDICADOR 5

### Temperatura de incubación de las nidadas

<b>ELEMENTO FOCAL DE MANEJO:</b> Playas de anidación de tortugas marinas																			
<b>CATEGORÍA:</b> Composición	<b>ATRIBUTO CLAVE:</b> Desarrollo embrionario																		
<b>OBJETIVO:</b> Determinar si las temperaturas de incubación de las nidadas se encuentran dentro de los rangos óptimos para el adecuado desarrollo de los embriones (28°C-32°C). Igualmente la medición de la temperatura pretende brindar una medida indirecta de la producción de proporciones de género similares. Si las temperaturas se mantienen sesgadas hacia límites inferiores o superiores por varias temporadas podría estar provocando proporciones no naturales en la población.																			
<b>FRECUENCIA DEL MONITOREO:</b> Un muestreo en la época seca y otro en la época lluviosa	<b>ESFUERZO DE MONITOREO:</b> Al menos tres nidadas en cada estación del año.																		
<b>HORARIO DE MONITOREO:</b> Una medición cada 60 minutos	<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Un funcionario que marque cada una de las nidadas con los sensores de temperatura y otro que lo retire posterior a la eclosión de los neonatos.																		
<b>EQUIPO MÍNIMO NECESARIO:</b> Hojas de campo, tabla para anotar, linterna con luz roja, vestimenta oscura, mecate bananero, botellas plásticas de 600 ml, sensores de temperatura, computadora portátil, cable de descarga de la información, programa HOBOWare, marcador indeleble	<b>CONOCIMIENTO PREVIO:</b> Adiestramiento básico del protocolo que incluya la programación de los sensores de temperatura y posterior descarga de la información.																		
<b>ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMITIDO:</b> <table> <tr> <td>● Muy mala</td><td>Mayor o igual a 34.0°C</td></tr> <tr> <td>● Mala</td><td>33.0-33.9°C</td></tr> <tr> <td>● Media</td><td>32.0-32.9°C</td></tr> <tr> <td>● Buena</td><td>31.0-31.9°C</td></tr> <tr> <td>● Muy buena</td><td>28.0-30.9°C</td></tr> <tr> <td>● Buena</td><td>27.0-27.9°C</td></tr> <tr> <td>● Media</td><td>26.0-26.9°C</td></tr> <tr> <td>● Mala</td><td>25.0-26.0°C</td></tr> <tr> <td>● Muy mala</td><td>Menor o igual a 24.9%</td></tr> </table>		● Muy mala	Mayor o igual a 34.0°C	● Mala	33.0-33.9°C	● Media	32.0-32.9°C	● Buena	31.0-31.9°C	● Muy buena	28.0-30.9°C	● Buena	27.0-27.9°C	● Media	26.0-26.9°C	● Mala	25.0-26.0°C	● Muy mala	Menor o igual a 24.9%
● Muy mala	Mayor o igual a 34.0°C																		
● Mala	33.0-33.9°C																		
● Media	32.0-32.9°C																		
● Buena	31.0-31.9°C																		
● Muy buena	28.0-30.9°C																		
● Buena	27.0-27.9°C																		
● Media	26.0-26.9°C																		
● Mala	25.0-26.0°C																		
● Muy mala	Menor o igual a 24.9%																		

## ● Detalle metodológico

La temperatura de las nidadas será medida utilizando un sensor de temperatura con memoria (Onset Computer Corporation, modelo: UA-001-08), el cual tiene una precisión de  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ . Los sensores de temperatura serán previamente programados para tomar una medición de la temperatura cada 60 minutos. Para la programación de los sensores se debe de instalar el programa HOBOWare, el cual se puede descargar gratuitamente en el siguiente link



<http://www.onsetcomp.com/hoboware-free-download>. Previo a los patrullajes nocturnos deberá de cortarse un trozo de mecate bananero (tortuga baula 90 cm de largo, tortuga verde 75 cm de largo, tortuga carey y cabezona 70 cm de largo y tortuga lora 60cm de largo); unido en un extremo a una botella plástica con respectiva tapa rosca y el otro se atará un sensor de temperatura (Fig. 5).



**FIGURA 5.** Imagen sobre la forma como se debe preparar el sensor de temperatura previo a los patrullajes nocturnos.

Se recomienda la selección de 10 nidadas de cada estación del año (lluviosa y seca) durante la temporada para evaluar este indicador. La selección de las nidadas deberá ser aleatoriamente durante patrullajes nocturnos, y únicamente se escogerán nidadas en las cuales las hembras no hayan depositado ningún huevo al momento de abordar la tortuga. Luego de que cada hembra deposite unos 20 huevos, se introducirá el sensor de temperatura en medio de la masa de huevos. Una vez que la tortuga finalice el proceso camuflaje del nido, se procederá a desenterrar la botella plástica y dejarla expuesta. Posteriormente con un marcador indeleble, se procederá a escribir sobre un trozo de cinta flagging de unos 20 cm de largo, la siguiente información: fecha, hora y código de la nidada. Esta cinta será introducida dentro de la botella plástica y se cerrará con la tapa rosca.

Luego de la emergencia de la mayoría de los neonatos o sobrepasado el periodo de incubación promedio de la especie de nidada seleccionada (50 días para tortuga lora, 65 días para tortuga verde, carey y cabezona y 70 días para tortuga baula), se procederá a retirar el sensor de temperatura y realizar la respectiva exhumación. Es muy importante anotar en la hoja de campo la fecha y hora en que se realizó este último paso. Posteriormente, se realizará la descarga de los datos y su respectivo almacenamiento.



## ● **Ámbito de variación permisible**

De acuerdo a literatura el rango óptimo de incubación para las nidadas de cualquiera de las especies de tortuga marina oscila entre 28°C y 32°C. Temperaturas por debajo de los 26°C o por encima de los 34°C en la mayor parte de los casos llegan a inhibir el metabolismo, y por tanto, causan la mortalidad de los embriones. En el cuadro resumen se presenta el semáforo de calificaciones para este indicador.

## ● **Análisis de datos e interpretación**

### **PASO 1**

Una vez que tenga tabulado los resultados de las mediciones por hora de cada día que abarcó el periodo de incubación, proceda a calcular la temperatura promedio registrada por nidada.

### **PASO 2**






Ahora tome cada temperatura promedio y calcule la temperatura promedio de cada una de las nidadas. A continuación se muestra un ejemplo:





Código	Temperatura promedio de incubación (°C)
Nidada #1	30.5
Nidada #2	30.6
Nidada #3	30.1
Nidada #4	32.2
Nidada #5	33.4
Nidada #6	33.1
Nidada #7	32.7
Nidada #8	31.0
Nidada #9	31.4
Nidada #10	33.0

La temperatura promedio de estas 10 nidadas fue de 31.8°C. Ahora tomamos este valor y lo buscamos en el semáforo del ámbito de variación permisible, ver cuadro resumen para este indicador. Al realizar el análisis podemos inferir que la temperatura de incubación obtuvo una calificación **BUENA**.

### **PASO 3**

Ahora debemos proceder a realizar la interpretación de los resultados, para lo que mostraremos las condiciones de cada una de uno de los ámbitos de variación:

Escala del indicador	Interpretación	Medidas de mitigación
 $\geq 34^{\circ}\text{C}$ MUY MALA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de la arena está alcanzado límites letales. Las posibles causas de estos niveles son: fuertes temperaturas ambientales causadas por el Fenómeno del Niño, época seca, alta densidad de nidadas por <math>\text{m}^2</math>, o por el color oscuro de la arena; la cual absorbe una mayor cantidad de calor. Es probable que el porcentaje de emergencia sea muy cercano al cero. Los neonatos producidos eventualmente serían hembras, lo que puede causar un desequilibrio de la población a largo plazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>• Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>• Reforestar la línea de costa con especies nativas en los casos en donde esta vegetación no exista</li> </ul>
 $33.0 - 33.9^{\circ}\text{C}$ MALA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de la arena está muy cerca de los límites letales. Las posibles causas de estos niveles son: fuertes temperaturas ambientales causadas por el Fenómeno del Niño, época seca, alta densidad de nidadas por <math>\text{m}^2</math>, o por el color oscuro de la arena que absorbe una mayor cantidad de calor. Todos los neonatos producidos eventualmente serían hembras, lo que puede causar un desequilibrio de la población a largo plazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalizar las nidadas a zonas bajo la vegetación</li> <li>• Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra</li> <li>• Reforestación de la línea de costa con especies nativas en los casos en donde esta vegetación no exista</li> </ul>
 $32.0 - 32.9^{\circ}\text{C}$ MEDIA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de incubación está presentando condiciones cercanas al rango óptimo, que eventualmente estarían reduciendo el porcentaje de emergencia; y produciendo solamente hembras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalizar al menos el 30% de la anidación total a zonas bajo la vegetación o a un vivero con sombra</li> </ul>
 $31.0 - 31.9^{\circ}\text{C}$ BUENA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de incubación está presentando condiciones muy cercanas al rango óptimo, por lo que el porcentaje de emergencia y las proporciones sexuales están bastante equilibradas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se debe realizar ninguna, ya que las condiciones abióticas y bióticas de la playa son las más apropiadas para la población</li> </ul>
 $28.0 - 30.9^{\circ}\text{C}$ MUY BUENA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de incubación está dentro del rango óptimo de incubación, lo que eventualmente sería la más apropiada para maximizar el porcentaje de emergencia y producir una proporción de géneros equilibrada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se debe realizar ninguna, ya que las condiciones abióticas y bióticas de la playa son las más apropiadas para la población</li> </ul>

Escala del indicador	Interpretación	Medidas de mitigación
 27.0 - 27.9°C BUENA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de incubación está presentando condiciones muy cercanas al rango óptimo, por lo que el porcentaje de emergencia y las proporciones sexuales están bastante equilibradas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se debe realizar ninguna, ya que las condiciones abióticas y bióticas de la playa son las más apropiadas para la población</li> </ul>
 26.0 - 26.9°C MEDIA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de incubación está presentando condiciones cercanas al rango óptimo, que eventualmente estarían reduciendo el porcentaje de emergencia; y produciendo solamente machos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalizar al menos el 30% de la anidación total en hieleras de estereofón, las cuales serán almacenadas en un cuarto cerrado, fuera de la playa de anidación. En el cuarto se colocará calentadores eléctricos que incrementen la temperatura del cuarto</li> </ul>
 25.0 - 26.0°C MALA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de la arena está muy cerca de los límites letales. Las posibles causas de estos niveles son: fuertes periodos de lluvia, inundación de las nidadas por mareas. Todos los neonatos producidos eventualmente serían machos, lo que puede causar un desequilibrio de la población a largo plazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalización de las nidadas en hieleras de estereofón, las cuales serán almacenadas en un cuarto cerrado, fuera de la playa de anidación. En el cuarto se colocará calentadores eléctricos que incrementen la temperatura del cuarto</li> </ul>
 ≤ 24.9 MUY MALA	<p>Este indicador demuestra que la temperatura de la arena está alcanzado límites letales. Las posibles causas de estos niveles son: fuertes periodos de lluvia, inundación de las nidadas por mareas. Todos los neonatos producidos eventualmente serían machos, lo que puede causar un desequilibrio de la población a largo plazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalización de las nidadas en hieleras de estereofón, las cuales serán almacenadas en un cuarto cerrado, fuera de la playa de anidación. En el cuarto se colocará calentadores eléctricos que incrementen la temperatura del cuarto</li> </ul>

## Clave para la identificación de especies

Dado que todos los indicadores incluidos en este manual se pueden coleccionar de manera simultánea, a continuación se muestra el presupuesto mínimo requerido para implementar el protocolo en un área silvestre:

Como se mencionó en un apartado anterior, en Costa Rica anidan cinco especies de tortugas marinas: tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga cabezona (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga baula (*Dermochelys coriacea*). Para poder discriminar entre especies, los taxónomos han creado los nombres científicos, el cual es único para cada especie, y evita que usemos los nombres comunes para denominar una especie, los cuales normalmente cambian entre regiones geográficas, ya sean países o ciudades.

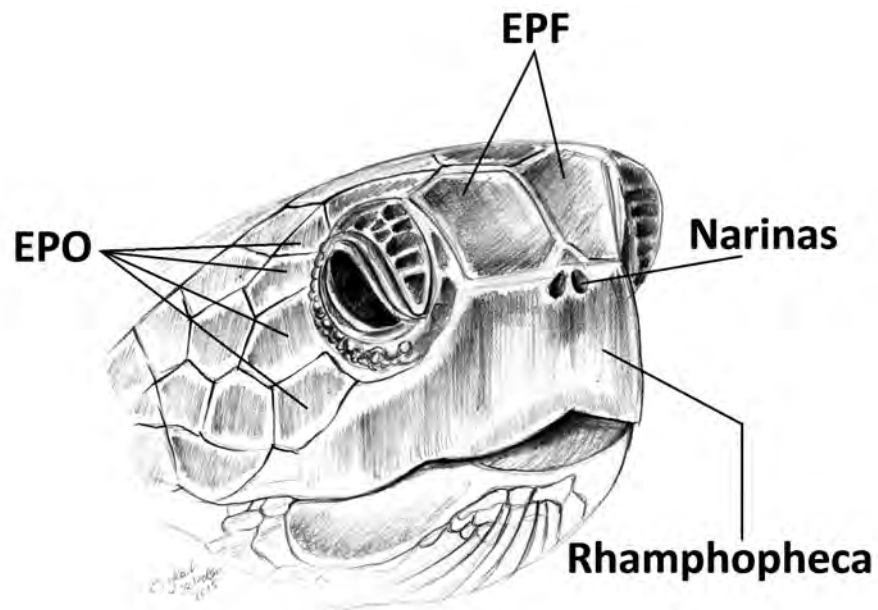
Cada una de estas especies presenta estructuras morfológicas externas que permiten discriminar entre ellas. Para esto es importante comprender que dos partes del cuerpo de las tortugas muestran características diagnósticas que nos permitirán una adecuada identificación. Es relevante mencionar que características como el color del caparazón, forma del pico, borde aserrado del caparazón, entre otras, son pistas que pueden ayudar a identificar una especie. Sin embargo, no son diagnósticas y no pueden ser usadas para tal fin.

### ● Estructuras morfológicas externas

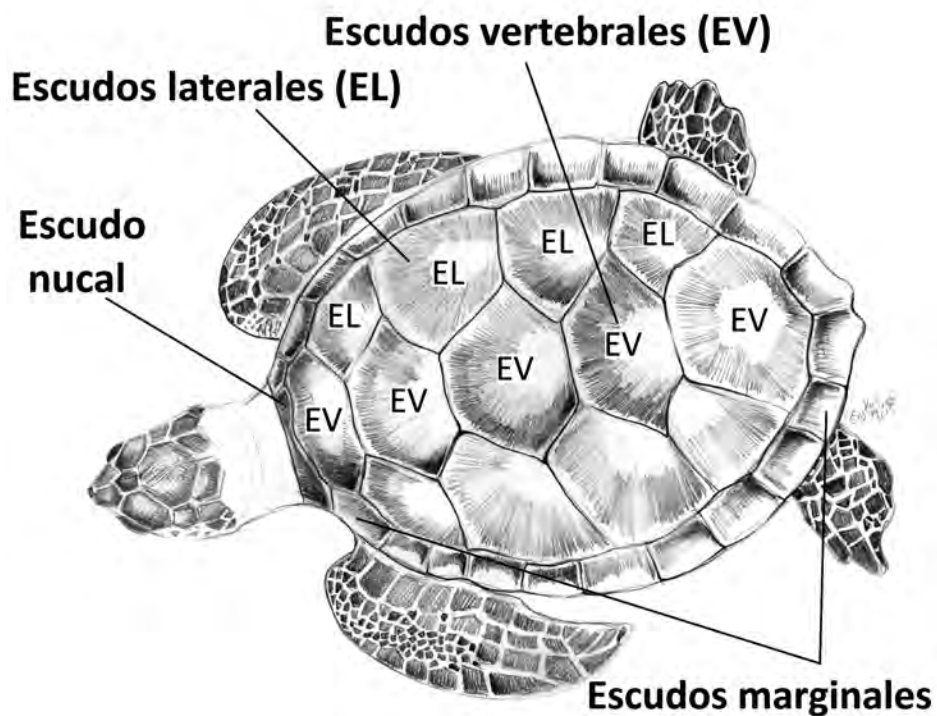
No todas las estructuras del cuerpo de las tortugas marinas son referentes para discriminar entre especies, con excepción de las escamas de la cabeza y los escudos del caparazón.

Las escamas prefrontales se encuentran detrás de las narinas y su número varía de cero a cuatro (o dos pares) dependiendo de la especie. Es pertinente aclarar que la tortuga baula no presenta escamas en su fase adulta, aunque si poseen durante su etapa como neonato (Fig. 6). En cambio las escamas postoculares se localizan posterior a la rhamphopheca, justo detrás de los ojos. Por cada ojo puede presentarse entre cero y cuatro escamas postoculares.

El caparazón de las tortugas marinas (con excepción de la tortuga baula que no posee escudos) presenta una serie de escudos calcáreos que protegen los órganos internos. Dada la ubicación de estos se pueden clasificar en tres categorías: escudo nuchal, escudos marginales, escudos laterales y escudos vertebrales (Fig. 7).



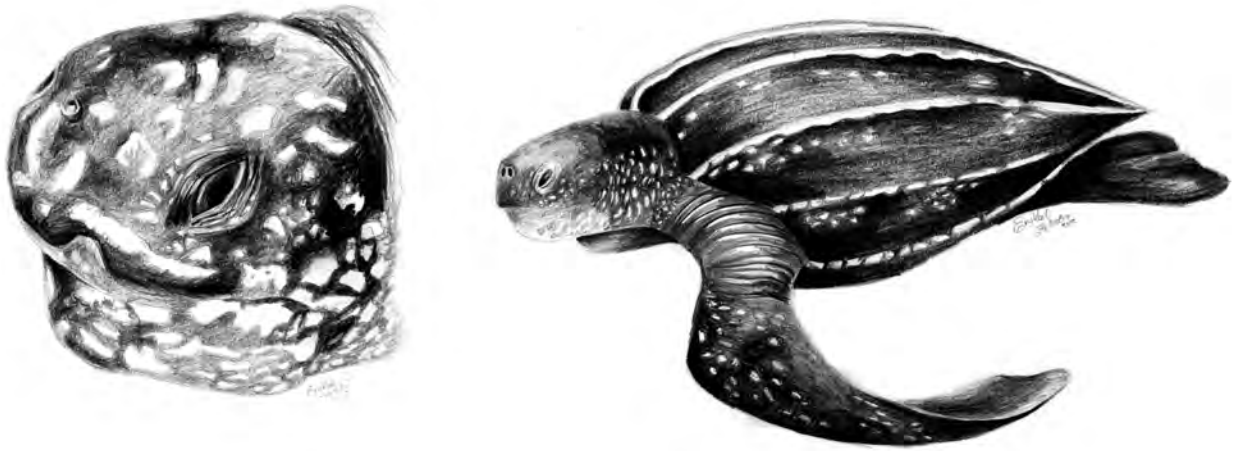
**FIGURA 6.** Rasgos taxonómicos de la cabeza de las tortugas marinas, incluyendo las escamas prefrontales (EPF) y postoculares (EPO).



**FIGURA 7.** Rasgos taxonómicos del caparazón de las tortugas marinas, incluyendo: escudo nual, escudos marginales, escudos vertebrales (EV) y escudos laterales (EL).

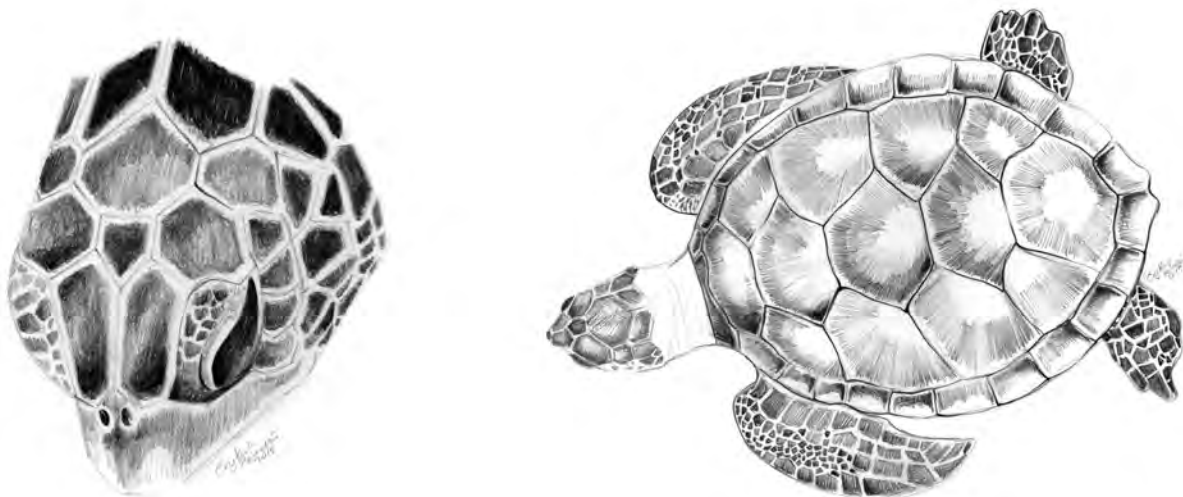
A continuación se describen las características morfológicas diagnósticas para cada una de las especies:

*Dermochelys coriacea*



**FIGURA 8.** Cabeza sin escamas, caparazón cartilaginoso sin escudos, con siete quillas longitudinales sobresalientes en el dorso. Se puede encontrar en la costa Pacífica y Caribe.

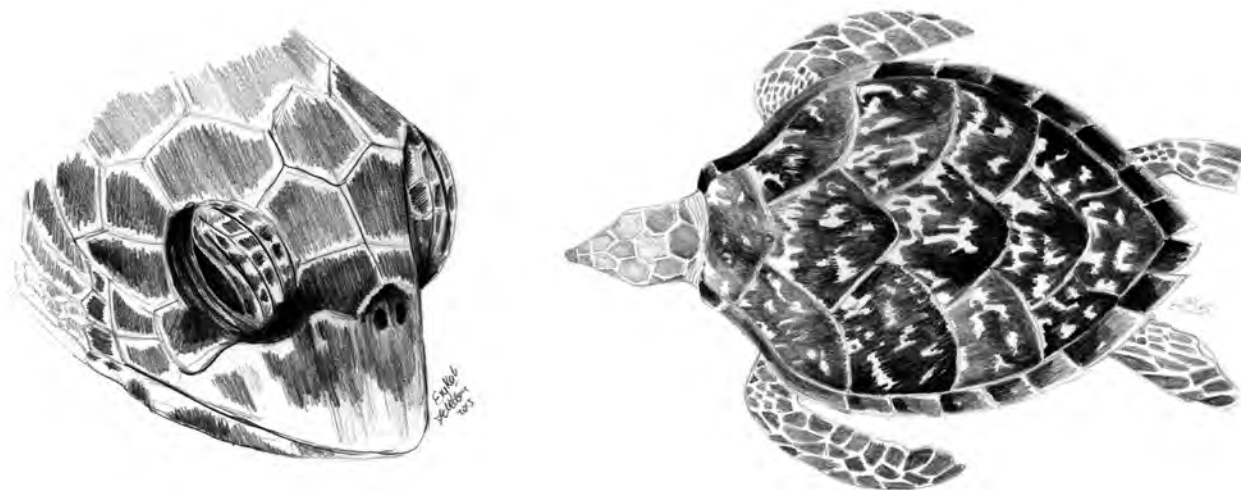
*Chelonia mydas*



**FIGURA 9.** Cabeza con un par de escamas prefrontales y cuatro escamas postoculares. Caparazón rígido con cuatro pares de escudos laterales. Se puede encontrar en la costa Pacífica y Caribe.

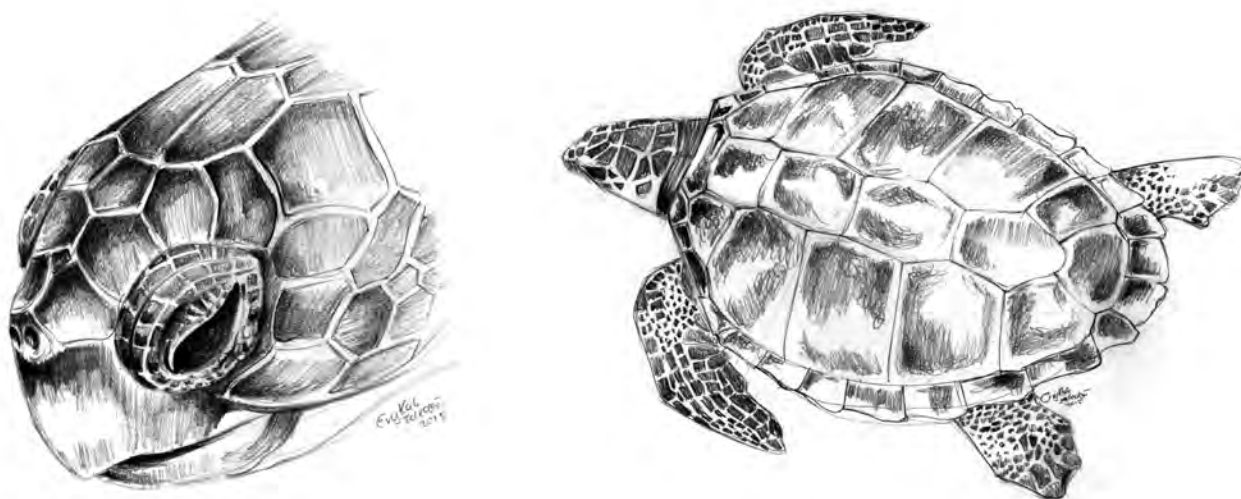


*Eretmochelys imbricata*



**FIGURA 10.** Cabeza con un par de escamas prefrontales y cuatro escamas postoculares. Caparazón rígido con cuatro pares de escudos laterales. Se puede encontrar en la costa Pacífica y Caribe.

*Caretta caretta*



**FIGURA 11.** Cabeza con dos pares de escamas prefrontales y tres escamas postoculares. Caparazón rígido con cinco pares de escudos laterales. El primero de estos escudos (cercano al escudo nuchal) normalmente presenta un menor tamaño que los restantes. Se puede encontrar sólo en la costa Caribe.

*Lepidochelys olivacea*

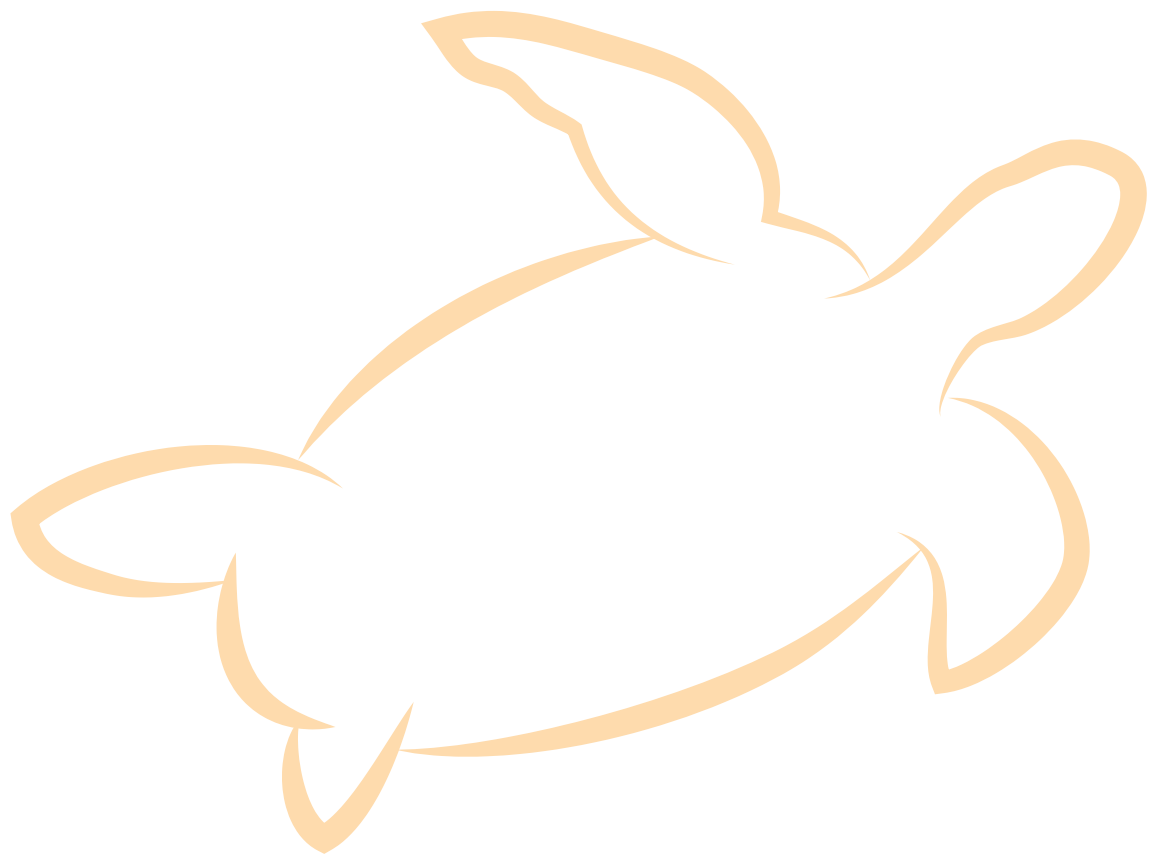


**FIGURA 12.** Cabeza con dos pares de escamas prefrontales y tres escamas postoculares. Caparazón rígido con cinco a nueve pares de escudos laterales (comúnmente seis a ocho) frecuentemente con una configuración asimétrica. Se puede encontrar en la costa Pacífica.



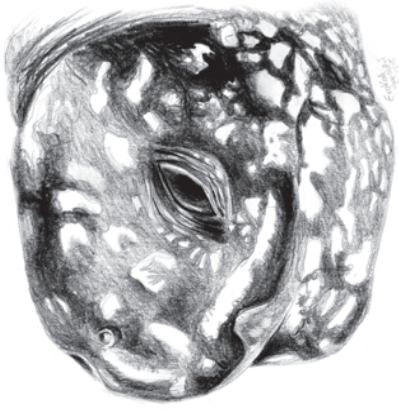
## Referencias

- Abreu-Grobois, A & Plotkin, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. *Lepidochelys olivacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T11534A3292503. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>. Downloaded on 06 April 2016.
- Casale, P. & Tucker, A.D. 2015. *Caretta caretta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T3897A83157651. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T3897A83157651.en>. Downloaded on 06 April 2016.
- Chacón, D. 2002. Diagnóstico sobre el comercio de las tortugas marinas y sus derivados en el istmo centroamericano. Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica (RCA). San José, Costa Rica. 144 p.
- Chacón, D., J. Sánchez, J. J. Calvo & J. Ash. 2007. Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía. 103 p.
- Fonseca, L. G., G. A. Murillo, L. Guadamúz, R. M. Spínola, & R. A. Valverde. 2009. Downward but stable trend in the abundance of arribada olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) at Nancite Beach, Costa Rica (1971-2007). *Chelonian Conservation and Biology* 8: 19-27.
- Mortimer, J.A & Donnelly, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T8005A12881238. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en>. Downloaded on 06 April 2016.
- Parrish, J. D. D. P., Braun & R. S. Unnasch. 2003. Are we conserving what we say we are?: Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience* 53: 851-860.
- Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T4615A11037468. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Downloaded on 06 April 2016.
- Troëng, S. & E. Rankin. 2005. Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle *Chelonia mydas* nesting trend at Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation* 121: 111-116.
- Valverde, R. A., C. M. Orrego, M. T. Tordoir, F. M. Gómez, D. S. Solís, R. A. Hernández, G. B. Gómez, L. S. Brenes, J. P. Baltodano, L. G. Fonseca & J. R. Spotila. 2012. Olive ridley mass nesting ecology and egg harvest at Ostional beach, Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*, 11: 1-11.
- Wallace, B. P., R. L. Lewison, S. L. McDonald, R. K. McDonald, C. Y. Kot, S. Kelez, R. K. Bjorkland, E. M. Finkbeiner, S. Helmbrecht, & L. B. Crowder. 2010. Global patterns of marine turtle bycatch. *Conservation Letter* 3: 131-142.
- Wallace, B.P., Tiwari, M. & Girondot, M. 2013. *Dermochelys coriacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T6494A43526147. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en>. Downloaded on 06 April 2016.
- Whoriskey, S., R. Arauz & J. K. Baum. 2011. Potential impacts of emerging mahi-mahi fisheries on sea turtle and elasmobranch bycatch species. *Biological Conservation* 144: 1841-1849.



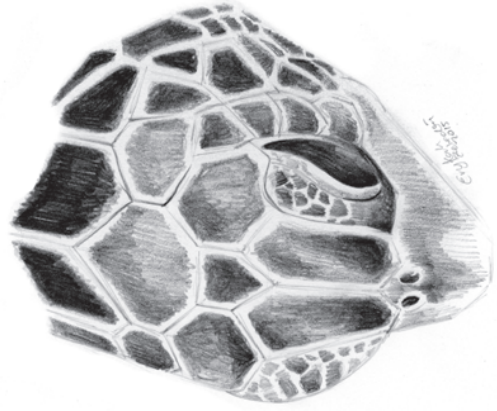
### **Tortuga baula** (*Dermochelys coriacea*)

- No tiene escudos
- Manchas blancas y rosadas
- Presente en Pacífico y Caribe



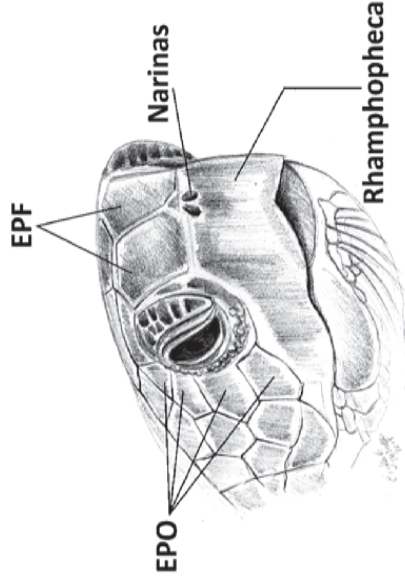
### **Tortuga verde** (*Chelonia mydas*)

- Un par de escamas prefrontales
- Cuatro escamas postoculares
- Presente en Pacífico y Caribe



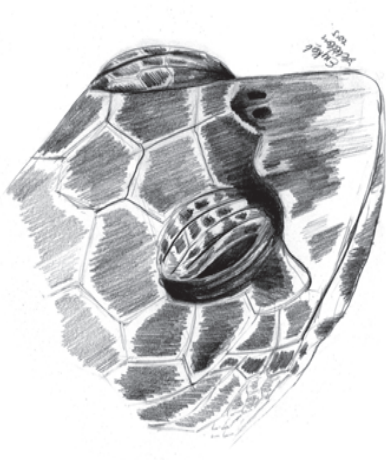
## **Tortugas marinas de Costa Rica**

La cantidad de escamas prefrontales (EPF) y escamas postoculares (EPO) sirven para la identificación



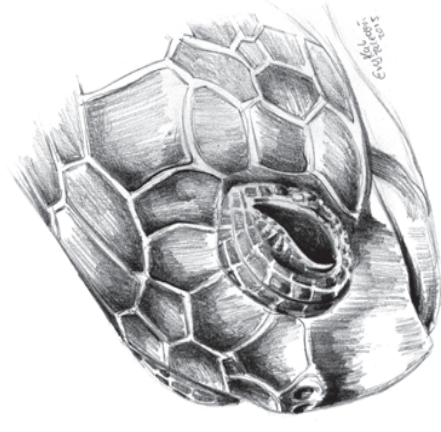
### **Tortuga carey** (*Eretmochelys imbricata*)

- Dos pares de escamas prefrontales
- Tres escamas postoculares
- Presente en Pacífico y Caribe



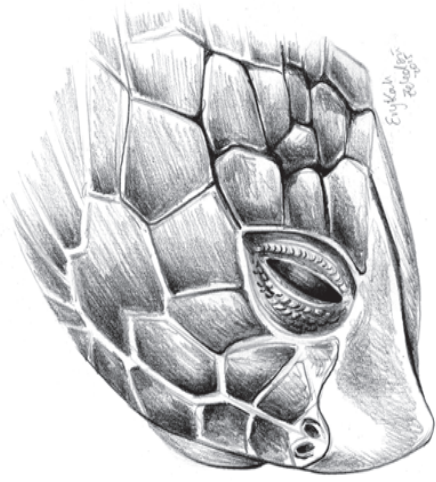
### **Tortuga cabezona** (*Caretta caretta*)

- Dos pares de escamas prefrontales
- Tres escamas postoculares
- Presente en Caribe



### **Tortuga lora** (*Lepidochelys olivacea*)

- Dos pares de escamas prefrontales
- Tres escamas postoculares
- Presente en Pacífico





**Tortuga baula**  
(*Dermochelys coriacea*)

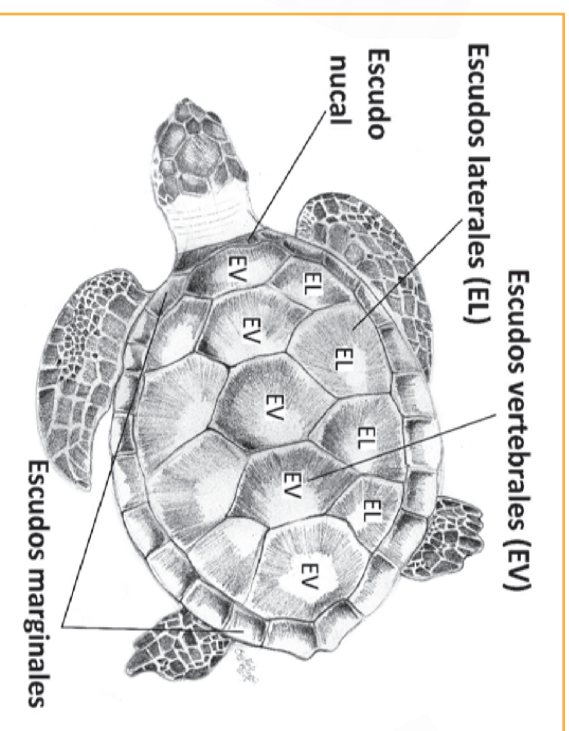
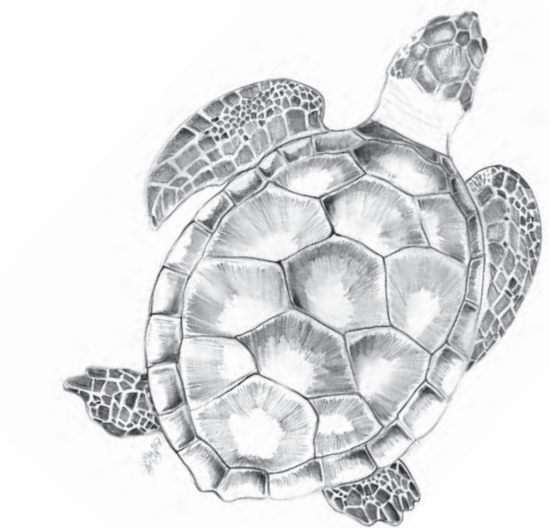
- Sin escudos



**Tortugas marinas de Costa Rica**

**Tortuga verde**  
(*Chelonia mydas*)

- Cuatro escudos laterales



**Tortuga lora**  
(*Lepidochelys olivacea*)

- Cinco a nueve pares de escudos laterales
- Asimétrico



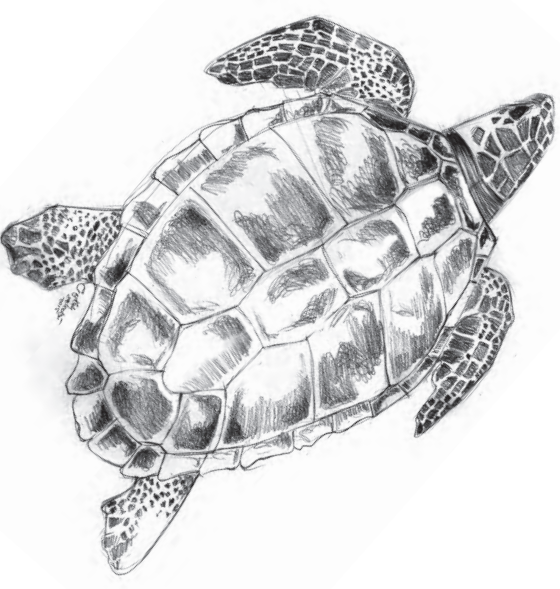
**Tortuga carey**  
(*Eretmochelys imbricata*)

- Cuatro pares de escudos laterales



**Tortuga cabezona**  
(*Caretta caretta*)

- Cinco pares de escudos laterales
- Cercano al escudo nucal más pequeño



# Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas de Anidación de Tortugas Marinas



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

