



PROYECTO BIODIVERSIDAD COSTERA Y TURISMO
Una oportunidad para el desarrollo sostenible

PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE ARRECIFES DE CORAL





PROYECTO BIODIVERSIDAD COSTERA Y TURISMO
Una oportunidad para el desarrollo sostenible

PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE ARRECIFES DE CORAL



PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE ARRECIFES DE CORAL

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ángel Francisco Estévez
Ministro

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, PNUD

Ydalia Acevedo Monegro

Viceministra de Recursos Costeros y Marinos.

Ministerio de Turismo

Francisco Javier García
Ministro

Maribel Villalona

Directora Planificación y Proyectos

Av. Cayetano Germosén esq. Av. Gregorio Luperón,
El Pedregal, Santo Domingo, República Dominicana.

Tel.: +1 809 567 4300
www.ambiente.gob.do
info@ambiente.gob.do

Tel.: +1 809 221 4660
www.mitur.gob.do
E-mail: info@sectur.gov.do

Coordinación, Edición Proyecto Biodiversidad Costera y Turismo

Jonathan Delance F.
Coordinador Nacional

Zoraida A. Zapata L.
Especialista Ambiental

Fotografía de portada:

José Alejandro Álvarez

Revisión técnica:

Andreína Valdéz
Ana Carolina Hernández
Alfredo Pereyra
Jonathan Delance F.
Juan Luis González
Marcos Casilla M.
Nina Lysenko
Pedro Montero
Rebecca García Camps
Zoraida A. Zapata L.

Diagramación:

Grupo Ares

Corrección de Estilo:

Carmen Ligia Barceló

Consultora:

Chrysinia Biodiversidad y Bienestar

Cita: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018. Protocolo para el Monitoreo de Arrecifes de Coral. Santo Domingo, R.D.

Impresión

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación siempre y cuando sea citada la fuente.



CONTENIDO

Índice de figuras	3
Índice de cuadros	4
Índice de tablas	4
Agradecimientos	9
Prólogo	6
Introducción	11
Plataformas continentales de las islas del Caribe	13
Zonificación e interrelación de ecosistemas costeros	10
Características del monitoreo ecológico	14
Indicadores de monitoreo	16
Selección de sitios de muestreo	16
Protocolo monitoreo de percepción	17
Protocolo monitoreo de investigación	19
Monitoreo de peces	21
Indicadores para peces	21
Monitoreo de erizos (<i>Diadema antillarum</i>)	25
Indicadores para erizos	26
Monitoreo organismos bentónicos	27
Indicadores para organismos bentónicos	29
Monitoreo de corales recluta	32
Indicadores para reclutas	33
Anexo 1: Formularios	34
Anexo 2: Tablas de especies	41
Glosario	46
Referencia bibliográfica	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arrecife de coral de fuego, <i>Millepora complanata</i> . . .	9
Figura 2. Imagen real del fondo marino y plataforma de las Antillas	13
Figura 3. Interrelación de ecosistemas costero-marinos presentes en los litorales del país. Caobita, Azua, República Dominicana.	14
Figura 4. Elementos de seguimiento del programa de monitoreo	14
Figura 5. Esquema de indicadores	15
Figura 6. Categorías de indicadores de monitoreos descritos para priorizar elementos de biodiversidad	15
Figura 7. Arrecife de parches	16
Figura 8. Arrecife de franja, costeros o de borde	16
Figura 9. Arrecife de barrera	16
Figura 10. Arrecife de atolones	16
Figura 11. Coral mostrando evento de cambio rápido evidenciable	20
Figura 12. Tipos y secuencias de datos para los monitoreos	21
Figura 13. Ilustración monitoreo de peces	21
Figura 14. Pez loro (Familia Scaridae)	22
Figura 15. Mero, <i>Epinephelus striatus</i>	23
Figura 16. Pargo, <i>Lutjanus griseus</i>	25
Figura 17. Pez león, <i>Pterois volitans</i>	25
Figura 18. Ilustración del monitoreo de erizos.	27
Figura 19. Erizo negro de puntas largas, <i>Diadema antillarum</i>	27
Figura 20. Ilustración del monitoreo de sustrato	27
Figura 21. Cobertura coralina en arrecife de Montecristi	29
Figura 22. Cobertura de alga en el arrecife.	30
Figura 23. Ilustración de monitoreo de reclutamiento	32
Figura 24. Cobertura de corales reclutas	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Eventos de cambios rápidos evidenciables	18
Cuadro 2. Densidad de herbívoros (peces loro, Familia Scaridae).	22
Cuadro 3. Densidad de peces carnívoros (mero, Familia Serranidae; pargos, Familia Lutjanidae).	23
Cuadro 4. Densidad de peces león (<i>Pterois volitans</i>)	24
Cuadro 5. Densidad de erizos	26
Cuadro 6. Porcentaje cobertura de corales.	29
Cuadro 7. Cobertura de algas	30
Cuadro 8. Densidad de corales y reclutas.	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro de datos de percepción sobre evento de cambio rápido evidenciable	19
Tabla 2. Descripción de tipos de sustratos	28
Tabla 3. Nombres y códigos utilizados en la identificación de corales	31
Tabla 4. Localización geográfica del arrecife.	34
Tabla 5. Formulario de corales reclutas observados en los transectos	35
Tabla 6. Registro de peces observados en el arrecife.	36
Tabla 7. Formulario de erizos	37
Tabla 8. Formulario de organismos observados en la zona bentónica del arrecife	38
Tabla 9. Formulario creado por la Red Arrecifal Dominicana (RAD) sobre la evaluación de colonias enfermas	40
Tabla 10. Leyenda de los códigos utilizados por la RAD.	41
Tabla 11. Algas observadas en arrecifes dominicanos	41
Tabla 12. Esponjas observadas en arrecifes dominicanos	42
Tabla 13. Octocorales observados en arrecifes dominicanos	42
Tabla 14. Peces observados en arrecifes dominicanos	42



Foto: José Alejandro Álvarez

AGRADECIMIENTOS

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Ministerio de Turismo, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Proyecto Biodiversidad Costera y Turismo agradecen el tiempo dedicado y los valiosos aportes durante el proceso de consultas y construcción participativa realizados por el equipo de Chrysin Biodiversidad y Bienestar (consultora) con la participación de técnicos medioambientales representantes de la Academia de Ciencias de la República Dominicana, Acuario Nacional, Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos (ANAMAR), Armada Dominicana, Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno (CEBSE), Centro de Investigaciones de Biología Marina - Universidad Autónoma de Santo Domingo (CIBIMA-UASD), Consejo Dominicano de Pesca y Acuicultura (CODOPESCA), ECOMAR, Fundación Grupo Puntacana, Fundación Dominicana de Estudios Marinos (FUNDEMAR), Grupo Acción Ecológica, Grupo Jaragua, Jardín Botánico Nacional, Museo Nacional de Historia Natural, Reef Check Dominicana, Sociedad Ornitológica Dominicana, The Nature Conservancy (TNC).



Figura 1. Arrecife de coral de fuego, *Millepora complanata*. Foto: José Alejandro Álvarez

PRÓLOGO

La República Dominicana tiene el compromiso constitucional de salvaguardar los recursos naturales necesarios para el desarrollo sostenible de la nación, jugando los recursos costeros y marinos un rol fundamental para el desarrollo de actividades económicas de importancia nacional como son el turismo y la pesca.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales junto al Ministerio de Turismo apoyados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, han unido esfuerzos a través del “Proyecto Biodiversidad Costera y Turismo: una oportunidad para el Desarrollo Sostenible” busca preservar los recursos costeros y marinos en calidad y cantidad para que continúen proveyendo servicios ecosistémicos, económicos y culturales importantes como la belleza escénica, la generación de arena, alimentos, atenuación de la contaminación y resiliencia frente a los embates naturales.

Uno de estos esfuerzos es la creación e implementación de un Sistema de Monitoreo de Especies y Ecosistemas Costeros-Marinos con el fin de evaluar el estado de conservación de la biodiversidad costero-marina a nivel nacional que permita determinar los límites de cambio aceptable en áreas sensibles e importantes para la conservación de la biodiversidad y el turismo. Esto permitiría poder tomar las medidas de gestión correctas y oportunas que garanticen la viabilidad de los ecosistemas, de la actividad turística, de la pesca y, por ende, de las economías locales incrementando la resiliencia de las comunidades.

Se espera que el referido Sistema contribuya de manera significativa en la armonización e interacción entre el desarrollo turístico costero-marino, la conservación y sostenibilidad ambiental. Los ecosistemas prioritarios incluidos en este sistema son los arrecifes de coral, los pastos marinos, las playas arenosas, la vegetación costera y los manglares. Entre las especies consideradas importantes están las tortugas marinas, aves costeras, mamíferos marinos, los peces herbívoros y los grandes depredadores, indicadores de la salud del ecosistema y de gran relevancia como atractivos de la actividad turística.

El presente documento “Protocolo de Monitoreo de Arrecifes de Coral” forma parte del conjunto de protocolos que ha sido diseñado para el Sistema de Monitoreo de Especies y Ecosistemas Costeros-Marinos a partir de un proceso de consulta y construcción participativa con los actores clave de la gestión y conservación de ecosistemas costero-marinos en República Dominicana, y una extensa revisión bibliográfica y documental de experiencias en la región del Caribe y el mundo.

En el proceso de construcción del Sistema participaron 73 expertos de instancias de gobierno, ONG, fundaciones, centros de investigación y universidades de la República Dominicana.



INTRODUCCIÓN

El “Protocolo de Monitoreo de Arrecifes de Coral” tiene por objetivo generar periódicamente información actualizada, clara y precisa sobre el estado de conservación de los ecosistemas arrecifales, para apoyar la toma de decisiones relativas a la conservación de la biodiversidad y la gestión del turismo en áreas y paisajes costeros de República Dominicana.

Se espera que fortalezca el Sistema Nacional de Monitoreo de Especies y Ecosistemas con especial énfasis en las especies y ecosistemas costeros y marinos, para sustentar las decisiones y completar los vacíos en el Sistema Nacional de Gestión Ambiental en zonas costeras de desarrollo turístico o de otra índole.

Para este documento se desarrollaron varios indicadores, definidos como una característica o condición relevante, precisa y sensible a cambios durante el tiempo, que pueda ser determinada y caracterizada de forma sencilla, precisa y práctica, con un costo razonable.

Los indicadores se desarrollaron en dos categorías: indicadores de percepción e indicadores de investigación. Para cada uno de los indicadores se detalla la metodología general de monitoreo, así como un rango de variación permisible y un detalle metodológico general, o protocolo.

El registro de información sobre diferentes elementos de la biodiversidad costera-marina se iniciará en los sitios pilotos seleccionados, con el propósito de que una vez validado en terreno y ajustado a las condiciones de campo pueda ser aplicado en todo el territorio nacional.

El Sistema de Monitoreo de la Biodiversidad Costero-Marina permitirá proveer información para: 1) orientar la gestión y el ordenamiento, proporcionando información sobre los impactos de las actividades o de las condiciones ambientales cambiantes, 2) evaluar la eficacia de las intervenciones de conservación de la biodiversidad, 3) informar sobre el estado de determinadas especies y ecosistemas a los gobiernos nacionales y locales, 4) cumplir los acuerdos regionales e internacionales de conservación de la biodiversidad y 5) identificar lecciones aprendidas y experiencias de gestión colaborativa para mejorar la conservación de la biodiversidad y fortalecer la resiliencia social y ecológica en las zonas marino-costeras.



Foto: José Alejandro Álvarez

PLATAFORMAS CONTINENTALES DE LAS ISLAS DEL CARIBE

La plataforma continental se define como la zona que bordea un continente, esta se extiende desde la línea de inmersión que empieza en la costa hasta llegar a una profundidad aproximada de unos 200 metros (Lalli & Parsons, 1997). Al llegar a esta profundidad, comienza una pendiente o talud que marca el fin de la plataforma continental. (Figura 2).

Su diversidad es más irregular en las regiones tropicales que en las zonas frías, pues están conformadas por procesos de sedimentación y por la actividad de organismos sedentarios como los corales.

La plataforma insular dominicana es reducida (9,484 Km²) con un ancho promedio de 7.4 Km, siendo la costa norte y la costa este las áreas más amplias. La parte sur constituye la plataforma más estrecha. La mayor extensión va de Montecristi a Punta Rucia (incluyendo el Banco de Montecristi y los Cayos 7 Hermanos). Otras áreas donde la plataforma continental se distingue son: la bahía de Samaná, frente a Cabo Engaño, alrededor de la isla Saona, el Sur de Peravia y la bahía de Ocoa, ninguna con un ancho mayor de 44 Km. En adición otras áreas con plataformas muy reducidas son las de las islas Beata y Alto Velo.

En zonas poco profundas, donde se ubican las actividades económicas costeras mas aprovechadas, como la pesca y el turismo de sol y playa, es donde tambien convergen los sistemas de pastos marinos y arrecifes coralinos.



Figura 2. Imagen real del fondo marino y plataforma de las Antillas.

ZONIFICACIÓN E INTERRELACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

El litoral costero de la República Dominicana posee una longitud de 1,668.4 Km, incluidas sus islas adyacentes. De estos, 1,264 Km están protegidos bajo el Sistema de Áreas Protegidas. La variabilidad de los ecosistemas costeros es apreciable, identificándose unas 181 zonas arrecifales.



Figura 3. Interrelación de ecosistemas costeros-marinos presentes en los litorales del país. Caobita, Azua, Rep. Dom. Foto: Jonathan Delance F.

CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO ECOLÓGICO

Los sistemas marinos y costeros proporcionan valiosos servicios ecosistémicos a las comunidades humanas. Por lo tanto, para proteger el bienestar humano es necesario asegurar que las funciones y productividad de los ecosistemas marinos y costeros sean gestionadas de forma sostenible. Esto significa realizar una gestión adecuada teniendo en cuenta su complejidad, sus conexiones y sus vínculos con la tierra y

el agua dulce, así como con las personas, sus medios de vida y las interacciones que establecen con dichos ecosistemas (UNEP, 2006).

La relación de este documento con el sistema se muestra en la Figura 4. La información que alimentará el programa y el nivel de confiabilidad dependerá de la calidad y abundancia de las fuentes que lo alimenten, entre las cuales se incluyen las informaciones científicas publicadas, informes técnicos, documentos oficiales, consultas avaladas por expertos y conocimiento local.

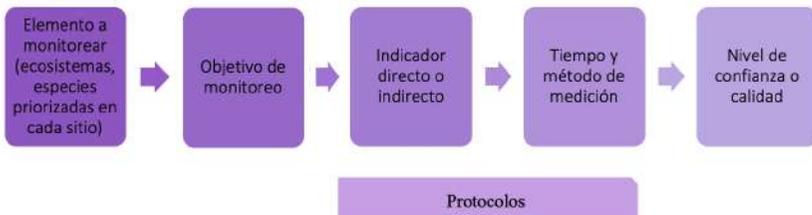


Figura 4. Elementos de seguimiento del programa de monitoreo.

INDICADORES DE MONITOREO

Se desarrollan a continuación los indicadores de percepción e investigación para el ecosistema de arrecifes coralinos (Figura 5 y 6).

Los indicadores de percepción pueden ser tomados por personas locales claves en los sitios de monitoreo y pueden ser realizados con destrezas y equipamientos mínimos.



Figura 5. Esquema de indicadores.

Los indicadores de investigación se refieren a la cobertura de corales y de algas, tal como lo proponen diversos protocolos regionales e internacionales

(AGRRA, 2017; Caballero 2013). Además, se agrega la abundancia de peces loro, como herbívoros que controlan las poblaciones de algas (Hawkins y Roberts, 2003) y habilitan el sustrato para el crecimiento de los corales (McClanahan y Arthur 2001). La abundancia de peces mero, como carnívoros indicadores de la salud del ecosistema en su vinculación trófica; la abundancia de pez león como especie invasora, con el consecuente desplazamiento de especies nativas y sus efectos negativos sobre la salud de los ecosistemas arrecifales (Schofield, 2009); y la densidad de especies de erizos de mar (*Diadema antillarum*), los cuales juegan un papel importante, ya que tienen un efecto sobre la biomasa, estructura y distribución de las algas, así como en la composición de los corales y la geomorfología del arrecife debido a que son bio-erosionadores importantes (Birkeland, 1989).

El protocolo de monitoreo de arrecifes coralinos se inspira en las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017). Esta última se enfoca en la abundancia de organismos arrecifales particulares, que reflejan la condición del ecosistema y que son fácilmente reconocidos por el público en general. Para el desarrollo del límite de cambio aceptable se utiliza la información más reciente a nivel internacional, pero particularmente la relativa al estado de los arrecifes de coral de la República Dominicana (Steneck y Torres, 2015).

Indicadores de percepción

Son colectados por observadores locales y requieren de mínima capacitación en los ecosistemas y especies que se están monitoreando. Reportan los eventos clave y alarmas al sistema para un seguimiento más cercano.

Indicadores de investigación

Miden la abundancia u ocurrencia del elemento de la biodiversidad a monitorear. Algunos de ellos miden composición y estructura del elemento de la biodiversidad a monitorear.

Figura 6. Categorías de indicadores de monitoreos de percepción e investigación descritos para priorizar elementos de biodiversidad.

SELECCIÓN DE SITIOS DE MUESTREO

Selección de arrecife: En caso de disponer de recursos y tiempo, se recomienda iniciar en los arrecifes mayores y externos generalmente más alejados, como los arrecifes de franja, de parches o de barrera, que estén mejor conservados a fin de realizar un mayor número de monitoreos; o trabajar sobre arrecifes menores, en menor estado de conservación, o en sitios dentro y fuera de áreas marinas protegidas (Figuras 7-10).



Figura 7. Arrecife de parches (Ortiz-Sotomayor, 2005).



Figura 9. Arrecife de barrera (Ortiz-Sotomayor, 2005).



Figura 8. Arrecife de franja o bordeante (Ortiz-Sotomayor, 2005).



Figura 10. Arrecife de atolones (Ortiz-Sotomayor, 2005).

Se adoptará la terminología y procedimientos básicos de Woodley (1999). Cada "Área" tendrá uno o más "Ecosistemas" que a su vez tendrán uno o más "Hábitats" a ser monitoreados; dentro de cada "Hábitat" habrá un cierto número de "Sitios" potenciales. En cada "Sitio" seleccionado, se llevarán a cabo actividades de monitoreo. Esta terminología será aplicable a los hábitats de arrecifes coralinos, manglares, pastos marinos y vegetación costera.

Mediante imágenes satelitales, mapas batimétricos y/o cartas náuticas de la región, dividir la zona arrecifal objeto de investigación en secciones grandes (Áreas= 50-100 km²), luego subdividir las en porciones manejables para una jornada de trabajo de un equipo técnico (Ecosistemas = 10-20km²), subdivididas a escalas menores de (Hábitats = 1km²) y sitios, estación o puntos de muestreo de (Sitio = 0,1km² = 100m²) aproximadamente. En casos de arrecifes cuya condición de verticalidad sea predominante (bordes, veriles) considerar la subdivisión por estratificación del área o escoger ejemplos representativos de cada lugar. Asegurarse de usar las mejores fuentes de información disponibles localmente.

Considerar la realización de un recorrido previo por la zona utilizando el método de arrastre Manta para precisar detalles.

Selección de sitios: Para fines de este protocolo se define “Sitio” o “Estación” un área de hábitat relativamente homogénea y accesible. Para cada arrecife o sección de arrecife seleccionado se deben evaluar de 3 a 5 sitios al azar si las condiciones arrecifales permiten el acceso, o preseleccionando los lugares ya sea por conocimiento previo o mediante imágenes satelitales, mapas batimétricos, drones, fotos aéreas, cartas náuticas o un transecto permanente.

Si la estructura del arrecife y las condiciones climáticas son propicias, evaluar en cada monitoreo dos intervalos de profundidad: poco profundo (2-5m de profundidad) y arrecifes medios (5-12 m de profundidad). Profundidades menores de 2m, pueden ser consideradas si se visualizan condiciones especiales en los

ecosistemas presentes o en las zonas de embate de la cresta arrecifal. Profundidades mayores a 14 m, no serán consideradas para este tipo de monitoreo.

Idealmente, y si las condiciones del lugar lo permiten, los sitios deberán ser seleccionados usando un diseño formal estratificado al azar, ya que hay importantes ventajas estadísticas que se derivan de esto.

PROTOCOLO MONITOREO DE PERCEPCIÓN

Los monitoreos de percepción se realizarán trimestralmente: 2 en época seca y 2 en época lluviosa pero también se pueden registrar cambios en cualquier fecha, si es necesario por ocurrencias o decisiones imprevistas. Lo ideal es tener la fecha, lugar y características de ese cambio (mortalidad, enfermedades, blanqueamiento). Las personas responsables del monitoreo requerirán un mínimo equipo de snorkel, experiencia y conocimientos generales sobre corales y mostrada capacidad para reconocer procesos de blanqueamiento de corales, enfermedades, mortalidad, entre otros (Cuadro 1).

Se determina el número aproximado de colonias coralinas con procesos de blanqueamiento, rotura, sedimentación u otro estado de atención. Se registrarán las informaciones en un formulario diseñado para tales fines (Tabla 1). Para este monitoreo se trazará una línea imaginaria donde se contarán los corales que tengan una de estas características.

CUADRO 1: Eventos de cambio rápido evidenciable

Indicador: Evento de cambio rápido evidenciable que afecte el estado de la salud de corales.	
Elemento de la biodiversidad: Formaciones coralinas	
Categoría: Percepción	Atributo clave: Cobertura coralina del fondo
Objetivo: Determinar la dinámica de la cobertura coralina en los arrecifes coralinos por evento de cambio rápido evidenciable, como medida de alerta para detectar cambios en la cobertura coralina asociados con blanqueamiento, contaminación, sedimentación o fragmentación de corales.	
Metodología: Observación directa, confirmación de reportes sobre daños a los arrecifes coralinos.	
Frecuencia: Trimestralmente o cuando se note un cambio en la salud del arrecife.	Esfuerzo de monitoreo: Sitios específicos distribuidos en el área de interés sujeto a presiones por rotura, sedimentación y blanqueamiento.
Horario del monitoreo: 8:00am - 4:00pm	Espacialidad: A lo largo de los sitios.
Personal requerido: 2 personas	Conocimiento previo: Distinguir blanqueamiento, rotura de corales, coral muerto y otras anomalías ocasionadas por sedimentación u otras causas.
Equipo requerido: Snorkel, tabla de registro, GPS, cámara fotográfica (opcional).	
Escala de salud: Valores de cobertura de coral considerados como saludables: 30-50% de coral vivo y en condiciones saludables. BUENO Menos de 5% de coral blanqueado, roto o con signos de sedimentación. ACEPTABLE Menos de 5% de coral enfermo. ACEPTABLE	
Límite de cambio aceptable: % de pérdida de cobertura coralina viva, respecto al valor del monitoreo anterior.	
	0-5%
	6-10%
	Más de 20%



Figura 11: Coral mostrando evento de cambio rápido evidenciable en arrecife de Las Terrenas.
Fotos: Andreína Valdéz y Rebecca García Camps

TABLA 1: Registro de datos de percepción sobre evento de cambio rápido evidenciable

Monitoreo de Percepción					
Sitio:		Fecha:	Hora:	Temperatura: C__ F__	
Coordenadas:		Lat:		Long:	
Colectores:					
Institución o grupo:					
Cond. Número de colonias >4 cm	Sano	Enfermo	Blanco	Pálido	Daño Físico (anclaje, roto, ..)
Lugar					
Abundancia de macroalgas (circular debajo)					
Baja		Media		Alta	
Obs.					

PROTOCOLO MONITOREO DE INVESTIGACIÓN

Previamente se deberá preparar una descripción de cada sitio bajo estudio conteniendo la siguiente información: localización del lugar, coordenadas geográficas, tamaño y forma aproximados del arrecife, rasgos topográficos (crestas, explanadas, veriles, otros), posición y distancia relativa a la costa, profundidad, visibilidad horizontal y vertical del agua, mapa del arrecife mostrando la localización de los sitios.

Cada monitoreo se realiza sobre una línea guía de 100 metros, que contiene cuatro transectos de 20 metros (unidad de medición mínima) separados unos de otros por espacios de 5 metros. Se sugiere que el transecto sea colocado en una profundidad constante dentro de las áreas de arrecifes someros y

arrecifes medios (no más de 14 m, esencialmente por seguridad) y preferiblemente de forma paralela a la costa.

Es de preferencia trazar la línea guía de 100 m de forma recta por seguridad y facilidad del esfuerzo; sin embargo, cuando el sitio elegido por sus condiciones naturales contenga parchos de arrecifes dispersos o en diferentes sentidos de orientación menores a 100 m, requerirá que el trazado sea dividido en 4 líneas guías de 20 m. Es imperativo que en cada sitio se realicen cuatro transectos dentro de la misma zona.

Las especies indicadoras de la salud arrecifal consideradas como las más representativas del estado de salud de un arrecife son los peces loros o cotorras, los meros, pargos y el pez león. La densidad poblacional de estas especies se determinará de acuerdo con los elementos establecidos en tres componentes desarrollados para tales fines.

En cada monitoreo se llenarán 4 hojas de campo, recolectando las siguientes informaciones:

- 1) **Densidad de herbívoros** (peces loro, Familia Scaridae)
- 2) **Densidad de carnívoros** (meros, Familia Serranidae; pargos, Familia Lutjanidae)
- 3) **Densidad de pez león** (*Pterois volitans*, invasor de la Familia Scorpaenidae)
- 4) **Densidad de erizos** (*Diadema antillarum*, Familia Diadematidae)
Otros elementos incluidos por su importancia en el ecosistema arrecifal y que fueron considerados son:
- 5) **Porcentaje de cobertura de corales**
- 6) **Densidad de corales reclutas**
- 7) **Porcentaje de cobertura de algas**
- 8) **Porcentaje de enfermedades o daños físico de corales** (Red Arrecifal Dominicana, 2019).

El porcentaje de enfermedades será un indicador opcional en caso de que se observen enfermedades, blanqueamiento o daños físicos. Siguiendo la línea de base de la Red Arrecifal Dominicana o RAD, se determina el número aproximado de estas colonias coralinas. Se registrarán

las informaciones en un formulario que servirá como un indicador opcional (Tabla 9). Para este monitoreo se harán 5 transectos de 10 m de largo por 2 m de ancho. Un buzo nadará los 10 m del lado derecho con un tubo de PVC de 1 m para cuantificar todas las características de ese lado del transecto y luego regresar por el otro lado anotando los 10 m x 1 m de información restante. Esto solo se hará cuando los arrecifes tengan una de las siguientes características:

1. **Sano:** Colonia coralina mayor a 4 cm que esté en buen estado de salud.
2. **Enfermo:** Corales que presenten enfermedades (banda blanca, banda negra, etc.)
3. **Blanco:** Corales que hayan perdido su simbiote (Zooxantelas) por estrés o muestren una coloración blanca.
4. **Pálido:** Corales que tengan un color diferente al de siempre (pálido), sirve como indicador para corales que se vayan a blanquear o se estén recuperando de un blanqueamiento (AGRRA, 2016).
5. **Daño físico:** Corales que demuestren daño físico por motivo de ancla, pesca, etc.

La secuencia y pasos del monitoreo se dividen en 4 etapas (Figura 12).

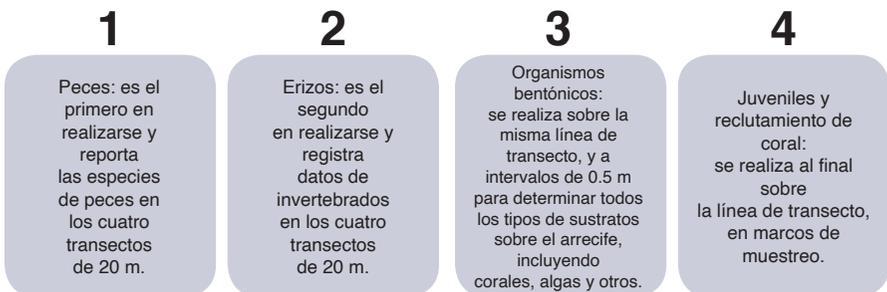


Figura 12. Tipos y secuencias de datos para los monitoreos

Monitoreo de peces

Es el primer monitoreo que se realiza porque los peces pueden ser fácilmente ahuyentados por los buzos. Los buzos necesitan esperar 15 minutos después del despliegue de la línea guía para permitir que los peces reanuden su conducta normal. Cada transecto en serie tiene 5 m de ancho (2.5 m de cada lado de la línea del transecto), por lo que el área total a ser estudiada es de $20\text{ m} \times 5\text{ m} = 100\text{ m}^2$ por cada transecto y de 400 m^2 en total por cuatro transectos. Para registrar peces, la altura máxima en la columna de agua sobre el transecto está limitada a los 5 m. Esto puede ser estimado como dos longitudes corporales incluyendo los brazos y chapaletas/aletas extendidas.

Se recomienda que un buzo registre los peces de un lado del transecto mientras su compañero simultáneamente hace lo mismo del otro lado, comunicándose

entre sí para evitar que los mismos peces se cuenten dos veces si cruzan de un lado del transecto a otro. La figura 13 muestra una ilustración del monitoreo de peces que se puede utilizar como referencia.

Luego, el buzo se detiene cada 5 m y espera 1 minuto para que los peces salgan de sus escondites antes de proceder al próximo punto. Los peces se cuentan a todo lo largo de cada transecto de 20 m (unidad de medición mínima). Este es un monitoreo restringido a cuatro segmentos de 20 m de longitud por 5 m de ancho (400 m^2) que debe ser realizado en una hora, aproximadamente.

Los peces seleccionados son indicadores de salud del arrecife o son usualmente los más capturados por la pesca con arpones y con cordel. Se utiliza un formulario específico para registrar cada pez contado, incluyendo juveniles y adultos (Cuadros 2-4).

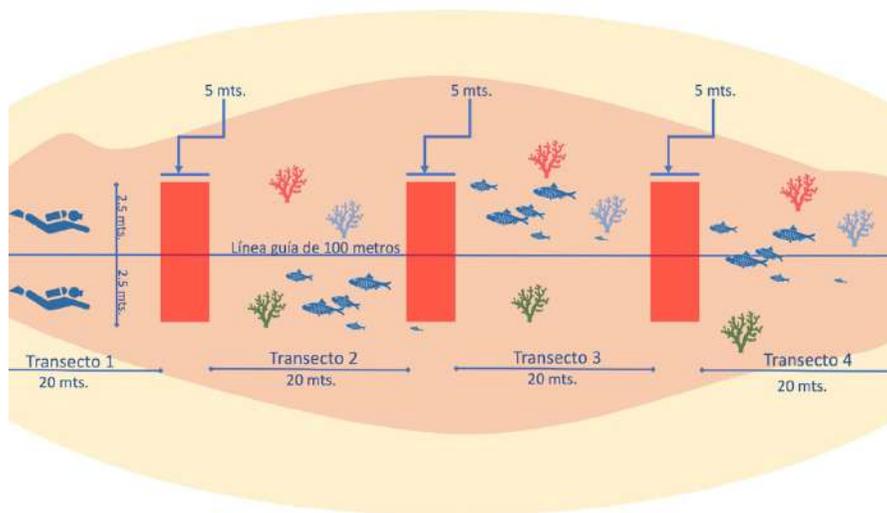


Figura 13. Ilustración monitoreo de peces.

INDICADORES PARA PECES

CUADRO 2: Densidad de herbívoros (peces loro, Familia Scaridae)

Indicador: Densidad de peces loro (Familia Scaridae), indicador de salud del ecosistema de arrecifes coralinos.	
Elemento de la biodiversidad: Peces arrecifales	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Abundancia y diversidad
Objetivo: Conocer la dinámica de poblaciones de peces loro de los arrecifes coralinos.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: 2-4 estaciones de muestreo distribuidos en el área de interés, dependiendo de la diversidad de condiciones del ambiente. De no ser posible, realizar 1 estación.
Horario del monitoreo: 8:00am - 4:00pm	Espacialidad: Cuatro segmentos de 20 m de longitud por 5 m de ancho (unidad de medición mínima) que suman 400 m ² que deben ser realizados en una hora (en los mismos segmentos de muestreo de corales a lo largo del transecto de 100 m de largo).
Personal requerido: 1-2 buzos	Conocimiento previo: Capacitación en identificación de especies de peces a nivel de familia y de la metodología a implementar.
Equipo requerido: Hoja de datos, formularios, tabla acrílica para escribir bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS (si está disponible), transporte terrestre y acuático.	
Observaciones: Registrar en hoja de campo todos los otros herbívoros observados para datos globales de herbívoros. El indicador se reporta en dos formas: total de loros y total de herbívoros.	
Escala de salud: Por determinar a partir de la línea base de cada uno de los sitios. Datos para el Caribe que podrían ser utilizables como referencia: de Costa Rica, 1 a 1.5 ind/m ² ; para República Dominicana, se reporta una biomasa de peces loro de 800g/120m ² en promedio (Steneck y Torres, 2015).	
Límite de cambio aceptable: % de reducción de la densidad poblacional (individuos/50m ²) de peces loro contabilizados y de los peces herbívoros contabilizados.	
	0-10%
	11-30%
	Más de 31%



Figura 14. Pez Loro
(Familia Scaridae).
Foto: José Alejandro Álvarez

CUADRO 3: Densidad de peces carnívoros

Indicador: Densidad de peces carnívoros (mero, Familia Serranidae; pargos, Familia Lutjanidae) indicadoras de salud del ecosistema de arrecifes coralinos.	
Elemento de la biodiversidad: Peces arrecifales	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Abundancia y diversidad
Objetivo: Conocer la dinámica de poblaciones de peces mero y pargos de los arrecifes coralinos.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: 2-4 estaciones de muestreo distribuidos en el área de interés dependiendo de la diversidad de condiciones del ambiente. De no ser posible, realizar 1 estación.
Horario del monitoreo: 8:00am - 4:00pm	Espacialidad: Cuatro segmentos de 20 m de longitud por 5 m de ancho (unidad de medición mínima) que suman 400m ² que deben ser realizados en una hora (en los mismos segmentos de muestreo de corales a lo largo del transecto de 100 m de largo).
Personal requerido: 1-2 buzos	Conocimiento previo: Experiencia en identificación de especies de peces a nivel de familia, género y de la metodología a implementar.
Equipo requerido: Hoja de datos, formularios, tabla acrílica para escribir bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS (si está disponible), transporte terrestre y acuático.	
Observaciones: Registrar en hoja de campo todos los otros carnívoros observados para datos globales de carnívoros. El indicador se reporta en dos formas: totales de meros y pargos.	
Escala de salud: Por determinar a partir de la línea base de cada uno de los sitios.	
Límite de cambio aceptable: % de reducción de la densidad poblacional (individuos/50m ²) de peces carnívoros contabilizados.	
	0-10%
	11-30%
	Más de 31%



Figura 15. Mero, *Epinephelus striatus*.
Foto: José Alejandro Álvarez



Figura 16. Pargo, *Lutjanus griseus*.
Foto: José Alejandro Álvarez

CUADRO 4. Densidad de peces león (*Pterois volitans*)

Indicador: Densidad de peces león (Familia Scorpaenidae), indicadores de perturbación del ecosistema de arrecifes coralinos.	
Elemento de la biodiversidad: Peces arrecifales	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Abundancia
Objetivo: Conocer la dinámica de poblaciones de peces león de los arrecifes coralinos como especie invasora.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: Sitios distribuidos en el área de interés dentro de los transectos.
Horario del monitoreo: 8:00am - 4:00pm	Espacialidad: Cuatro segmentos de 20 m de longitud por 5 m de ancho (unidad de medición mínima) que suman 400 m ² y que deben ser realizados en una hora (en los mismos segmentos de muestreo de corales a lo largo del transecto de 100 m de largo).
Personal requerido: 1-2 buzos	Conocimiento previo: Experiencia en identificación de especies de peces a nivel de familia y de la metodología a implementar.
Equipo requerido: Hoja de datos, formularios, tabla acrílica para escribir bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS (si está disponible), transporte terrestre y acuático.	
Observaciones: Registrar en hojas de campo todos los peces león observados para datos globales.	
Escala de salud: Un porcentaje de 0% de peces león contempla una buena escala de salud.	
Límite de cambio aceptable: % de aumento de la densidad poblacional (individuos/50m ²) de peces león contabilizados.	
	0-20%
	21-50%
	Más de 51%



Figura 17. Pez León, *Pterois volitans*. Foto: José Alejandro Álvarez.

Observación General: Para peces arrecifales, ornamentales, recoger información mediante párrafo descriptivo de los datos levantados. Estos incluirían colores, tamaños, formas y, de ser posible, un estimado del número de individuos.

MONITOREO DE ERIZOS (*Diadema antillarum*)

Los erizos se monitorean utilizando la misma línea guía que se usó para el monitoreo de peces. Cada transecto en serie tiene 5 m de ancho (2.5 m de cada lado de la línea del transecto), por lo que el área total a ser estudiada es de 20 m x 5 m = 100 m² por cada transecto y de 400 m² en total por cuatro transectos. El monitoreo de erizos es similar al de peces, pero en este caso no es necesario detenerse cada 5 m, pero los buzos deben nadar lentamente a lo largo del transecto registrando número de individuos de erizos negro de púas largas (*Diadema antillarum*). Como esta especie es críptica, deben inspeccionarse cuidadosamente todos los espacios que brindan refugio (rincones, oquedades, salientes). La figura 18 muestra una ilustración del monitoreo de erizos que se puede utilizar como referencia y el cuadro 5 contiene información adicional.

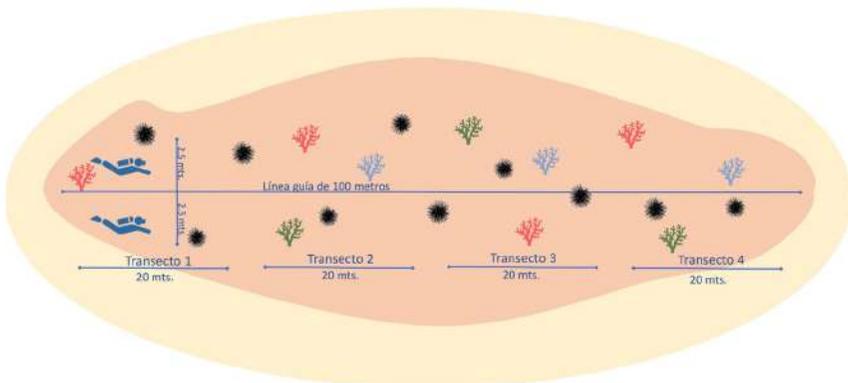


Figura 18. Ilustración del monitoreo de erizos.

INDICADORES PARA ERIZOS

CUADRO 5. Densidad de erizos

Indicador: Densidad de erizos de mar (<i>Diadema antillarum</i> , Familia Diadematidae) como indicadores de salud del ecosistema de arrecifes coralinos.	
Elemento de la biodiversidad: Erizos arrecifales	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Abundancia
Objetivo: Conocer la dinámica de poblaciones de erizos de mar de los arrecifes coralinos y las consecuencias sobre la salud de estos ecosistemas.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: 2-4 sitios distribuidos en el área de interés dependiendo de la diversidad de condiciones del ambiente. De no ser posible, se realizaría 1 estación.
Horario del monitoreo: 8:00am – 4:00pm	Espacialidad: 4 segmentos de 20 m de longitud por 5 m de ancho (unidad de medición mínima) que suman 400 m ² por un transecto completo de cuatro segmentos (100 m ²) que se realiza en el mismo transecto de monitoreo de corales.
Personal requerido: 1-2 buzos	Conocimiento previo: Capacitación en identificación de especies de erizos y de la metodología a implementar.
Equipo requerido: Hoja de datos, formularios, tabla acrílica para escribir bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS (si está disponible), transporte terrestre y acuático.	
Escala de salud: De 1 a 2 ind/m ² , en la República Dominicana la línea de base indica un promedio de 0,4 ind/m ² (Steneck y Torres, 2015).	
Observaciones: Registrar otros invertebrados presentes en el arrecife, entre ellos langosta, lambí, holoturias, anémonas y otros si fuera necesario.	
Límite de cambio aceptable: % de aumento o reducción de la densidad poblacional (ind/m ²) respecto del valor ideal.	
	0-10% de reducción
	11-30% de reducción
	Más de 31% de reducción



Figura 19. Ejemplares de *Diadema antillarum*. Foto: Rebecca García Camps.

Monitoreo de organismos bentónicos

Para el monitoreo de sustrato se usará la metodología de Reef Check que consiste en el método de “muestreo de puntos” por ser el más directo, rápido y fácil de aprender. Este método registra los tipos de sustratos, incluyendo corales, delimitados por la cinta métrica en intervalos de 0.5 m hasta llegar a los 19.5 m (40 datos por cada segmento de 20 m de transecto). Los datos se ingresarán en siglas, de tres letras, representando el tipo de sustrato encontrado. Para reducir el error potencial de interpretación debido a distorsión o movimiento, se sugiere colocar pesas cada 0.5 m (tuerca metálica de 5 mm de diámetro o plomo de pescar) a la línea guía. La pesa se deja caer en cada punto de muestreo y tocará un solo tipo de sustrato, el que se registra (Figura 20). En este monitoreo se hace el registro de lo siguiente (Tabla 2):



Figura 20. Ilustración del monitoreo de sustrato.

TABLA 2: Descripción de componentes bentónicos y sustrato

Bentos y sustrato	Descripción
Coral duro (hermatípicos) (HC)	Corales pétreos que estén vivos, incluye géneros representativos de las mayores constructoras del arrecife son: <i>Millepora sp.</i> , <i>Agaricia spp.</i> , <i>Orbicella spp.</i> , <i>Montastraea spp.</i> , <i>Porites spp.</i> , <i>Acropora spp.</i>
Coral vivo pálido (PLC)	Coral que demuestre una coloración pálida, esto significa que el coral se va a blanquear o se está recuperando de un blanqueamiento.
Coral vivo blanqueado (BLC)	Coral hermatípico que haya perdido su simbiote, la zooxantela y por esta razón demuestre una coloración blanca.
Coral blando (octocorales) (SC)	No construyen arrecifes porque no generan un esqueleto calcáreo. A diferencia de los corales pétreos, son flexibles, ondulando en las corrientes de agua, y a menudo están perforados, con una apariencia de encaje o plumas.
Coral de muerte reciente (RKC)	Entran en esta categoría los corales que han muerto en el transcurso del último año. El coral puede estar completo o fragmentado. Se ve fresco y blanco o con las estructuras coralinas aún reconocibles (estructura aún completa y no erosionada).
Algas indicadoras de nutrientes (NIA)	Registra crecimiento de algas que pueden estar respondiendo a altos niveles de nutrientes. Se incluyen todas las algas, con excepción de las algas coralinas, calcáreas (ej. <i>Halimeda</i>), y las algas césped (son aquellas de menos de 3 cm de alto). Cuando hay algas césped se indica como "comentarios" el tipo de sustrato justamente debajo del alga.
Alga crustosa coralina (CCA)	Alga roja crustosa que sirve como indicador de un buen sustrato donde se pueden asentar muchas especies bentónicas, como los corales.
Cascajo (RB)	Incluye las piedras entre 0.5 y 15 cm de diámetro en su dimensión más larga. Si sobrepasa los 15 cm, es considerada roca. Si es más pequeña que 0.5 cm, se considera arena.
Arena (SD)	Partículas más pequeñas que 0.5 cm. En el agua, la arena cae rápidamente al fondo después de ser agitada.
Cieno/arcilla (SI)	Sedimento que permanece en suspensión si se perturba. A menudo, el cieno se encuentra sobre otros indicadores como la roca. En estos casos, el cieno se registra si la capa es más espesa que 1 mm o cubre el sustrato subyacente de tal forma que no se registre el color de lo que se encuentra debajo. Si se puede observar el color del sustrato subyacente, entonces el contacto será registrado como el sustrato subyacente y NO como cieno.
Pavimento (PAVE)	Roca arrecifal, es decir es una roca compuesta de carbonato de calcio.
Otros (OT)	Cualquier otro organismo sésil, incluyendo anémonas, tunicados o sustratos no-vivientes.

Indicadores para organismos bentónicos

CUADRO 6. Porcentaje cobertura de corales

Indicador: Porcentaje de cobertura de corales hermatípicos.	
Elemento de la biodiversidad: Formaciones coralinas	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Cobertura de coral
Objetivo: Determinar la dinámica de la cobertura coralina en los arrecifes como medida de la salud del ecosistema.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: 2-4 estaciones distribuidas en el área de interés dependiendo de la diversidad de condiciones del ambiente. De no ser posible, se realizará solo 1 estación.
Horario del monitoreo: 8:00am – 4:00pm	Espacialidad: 4 transectos de 20 metros (unidad de medición mínima) separados cada uno por 5 m en una línea guía de 100 m. Con 40 muestras por transecto, 160 total.
Personal requerido: 1-2 buzos	Conocimiento previo: Capacitación y experiencia en identificación de especies de corales y los diferentes tipos de sustrato. Conocimiento sobre interacciones ecológicas y sobre la metodología a implementar
Equipo requerido: Hoja de datos, formularios, tabla acrílica para escribir bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS (si está disponible), transporte terrestre y acuático.	
Escala de salud: Valores de cobertura de coral considerados como saludables: 30-50% de coral vivo Menos de 5% de coral blanqueado Menos de 5% de coral enfermo Menos de 5% de coral muerto recientemente	
Límite de cambio aceptable: % de pérdida de cobertura coralina viva, respecto al valor del monitoreo anterior	
	0-5%
	6-10%
	más de 11%



Figura 21. Cobertura coralina en el arrecife. Foto: Ana Carolina Hernández.

CUADRO 7. Cobertura de algas

Indicador: Porcentaje de cobertura de algas indicadoras de nutrientes	
Elemento de la biodiversidad: Formaciones de macroalgas	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Cobertura de algas
Objetivo: Determinar la dinámica de la cobertura de algas en los arrecifes como medida de la salud del ecosistema.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: 2-4 estaciones distribuidas en el área de interés, dependiendo de la diversidad de condiciones del ambiente. De no ser posible, realizar 1 estación.
Horario del monitoreo: 8:00am - 4:00pm	Espacialidad: 4 segmentos de 20 metros (unidad de medición mínima) separados cada uno por 5 m en una línea guía de 100 m. 40 muestras por transecto, 160 total.
Personal requerido: 1-2 buzos	Conocimiento previo: Capacitación en identificación de algas, los diferentes tipos de sustrato y de la metodología a implementar.
Equipo requerido: Hoja de datos y tabla acrílica para anotar bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS si está disponible.	
Escala de salud: La línea base para República Dominicana indicadora de una cobertura de macroalgas se construirá con los estudios levantados y los recolectados.	
Límite de cambio aceptable: % de ganancia de cobertura de algas respecto al valor del monitoreo anterior.	
	0-5%
	6-20%
	más de 21%



Figura 22. Cobertura de alga en el arrecife. Foto: Ana Carolina Hernández

Nombres y códigos para corales frecuentes en arrecifes dominicanos

Nombre común	Nombre científico	Siglas
Coral cuerno de venado	<i>Acropora cervicornis</i>	ACER
Pata de ñame	<i>Acropora palmata</i>	APAL
	<i>Acropora prolifera</i>	APRO
	<i>Agaricia agaricites</i>	AAGA
	<i>Colpophyllia natans</i>	CNAT
Coral pilar	<i>Dendrogyra cylindrus</i>	DCYL
	<i>Dichocoenia stokesi</i>	DSTO
Coral cerebro	<i>Diploria labyrinthiformis</i>	DLAB
	<i>Eusmilia fastigiata</i>	EFAS
	<i>Madracis decactis</i>	MDEC
	<i>Manicina areolata</i>	MARE
	<i>Meandrina meandrites</i>	MMEA
Coral de fuego	<i>Millepora alcicornis</i>	MALC
Coral de fuego	<i>Millepora complanata</i>	MCOM
	<i>Montastraea cavernosa</i>	MCAV
	<i>Mussa angulosa</i>	MANG
	<i>Orbicella annularis</i>	OANN
	<i>Orbicella faveolata</i>	OFAV
	<i>Orbicella franksi</i>	OFRA
Coral de dedo	<i>Porites furcata</i>	PFUR
Coral de dedo	<i>Porites porites</i>	PPOR
	<i>Porites astreoides</i>	PAST
Coral de dedo	<i>Porites divaricata</i>	PDIV
Coral cerebro	<i>Pseudodiploria clivosa</i>	PCLI
Coral cerebro	<i>Pseudodiploria strigosa</i>	PSTR
	<i>Siderastrea radians</i>	SRAD
	<i>Siderastrea siderea</i>	SSID
	No identificado	ND

Monitoreo de reclutamiento

Una vez finalizado el monitoreo de sustrato, se realiza el monitoreo de reclutas de corales. Para tal fin se utilizan cuadrículas de pvc de 25 x 25 cm. Se colecta la información en las cuadrículas espaciadas uniformemente cada 2 m a lo largo de los transectos generales de monitoreo de coral. En estas se cuenta el número de reclutas, es decir aquellos corales de menos de 4 cm, y se identifican a nivel de especies cuando sea posible.

Para ello se contarán todos los reclutas pequeños de coral (≤ 2 cm) y todos los reclutas (>2 a 4 cm). Los reclutas pequeños se anotarán como SR (small recruits) y los reclutas grandes LR (large recruits). Se anotará el tipo de sustrato en cada uno de los diez cuadrantes de 25 x 25 cm colocados a intervalos de 2 metros a lo largo de cada una de las líneas de medición (Figura 23 y cuadro 8).

Opcionalmente, en cada cuadrante (25 x 25 cm) se toma una fotografía donde se pueda registrar la escala de referencia.

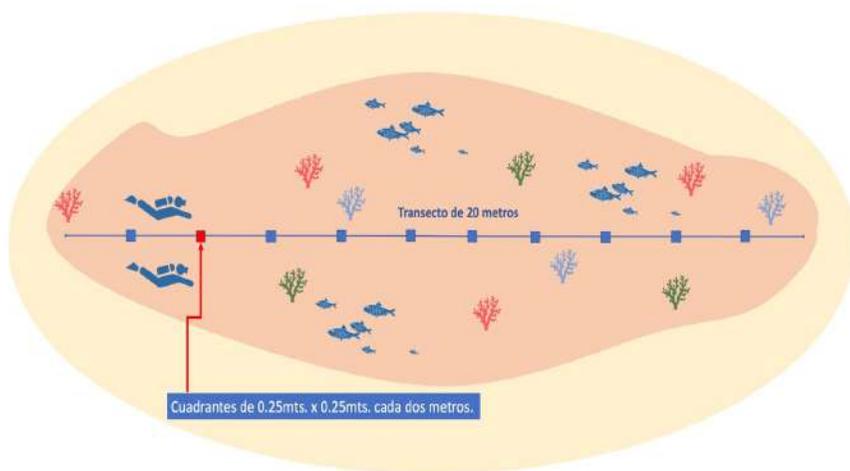


Figura 23. Ilustración de monitoreo de corales reclutas.

INDICADORES DE RECLUTAS

CUADRO 8. Densidad de corales reclutas

Indicador: Densidad de corales reclutas.	
Elemento de la biodiversidad: Formaciones coralinas	
Categoría: Investigación	Atributo clave: Densidad de coral recluta
Objetivo: Determinar la densidad de corales reclutas en los arrecifes como medida de la salud del ecosistema.	
Metodología: Se adapta de las metodologías desarrolladas por AGRRA (2017) y Reef Check (2017).	
Frecuencia: 2 veces al año (una en época seca y otra en época lluviosa).	Esfuerzo de monitoreo: 2-4 estaciones de muestreo distribuidos en el área de interés, dependiendo de la diversidad de condiciones de la zona. De no ser posible, realizar una estación.
Horario del monitoreo: 8:00am - 4:00pm	Espacialidad: Cuadrículas de ubicadas cada dos metros a lo largo de los transectos generales de monitoreo de coral (2.5 m ²).
Personal requerido: 4 - 6 buzos	Conocimiento previo: Capacitación en identificación de especies de corales y los diferentes tipos de sustrato. Conocimiento sobre interacciones ecológicas y sobre la metodología a implementar.
Equipo requerido: Hojas de datos, formularios y tabla acrílica para anotar bajo el agua, línea de transecto de 100 m o dos de 50 m, boyas, regla plástica, equipo de buceo completo, GPS, cámara fotográfica con GPS y cuadrículas plásticas de 25 x 25 cm.	
Escala de salud: La línea base para República Dominicana indica una cobertura de corales reclutas de 10 individuos reclutas por m ² (Steneck y Torres, 2015).	
Límite de cambio aceptable: Número de individuos de corales reclutas (\leq 4 cm) por metro cuadrado.	
	20 o más individuos/m ²
	10-20 individuos/m ²
	Menos de 5 individuos/m ²



Figura 24. Reclutas de *Acropora* spp. en zona de trápante de *Acropora cervicornis*.
Foto: Rebecca García Camps

ANEXO 1: FORMULARIOS

Todos los formularios pueden ser descargados en formato digital en el enlace:
<https://sites.google.com/view/bioturismord/monitoreo-biodiversidad>

TABLA 4: Localización geográfica del arrecife por evaluar.

Formulario de Localización Geográfica del Arrecife					
Nombre de la estación:		Coordenadas (UTM):	Zona	X	Y
			19Q		
Localización del lugar:		Provincia:		Municipio:	
Punto de orientación:			Distancia a la costa:		
Tipo de arrecife:			Rasgos morfológicos:		
Motivo de selección:	<input type="checkbox"/> Monitoreo	<input type="checkbox"/> Evaluación	<input type="checkbox"/> Impactado	<input type="checkbox"/> Conservado	<input type="checkbox"/> Otros:
Fecha:		Hora inicio:		Hora final:	
Estado del tiempo:	<input type="checkbox"/> Soleado	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Lluvioso	Profundidad:	
Impactos antrópicos:	<input type="checkbox"/> Pesca	<input type="checkbox"/> Turismo	<input type="checkbox"/> Otros:	Área del arrecife (m ²):	
Impactos por fenómenos naturales:			Visibilidad	Vertical:	Horizontal:
Participantes:			Observaciones:		

TABLA 5: Formulario de corales reclutas observados en los transectos.

Formulario de corales reclutas															
Fecha:		Hora:		Temperatura: C___ F___				Estación:				Profundidad:		Colector:	
Transecto 1 (0-20 m)				Transecto 2 (25-45 m)				Transecto 3 (50-70 m)				Transecto 4 (75-95 m)			
m	SR(<2 cm)	LR(2-4 cm)	Sustrato	m	SR(<2 cm)	LR(2-4 cm)	Sustrato	m	SR(<2 cm)	LR(2-4 cm)	Sustrato	m	SR(<2 cm)	LR(2-4 cm)	Sustrato
0				25				50				75			
2				27				52				77			
4				29				54				79			
6				31				56				81			
8				33				58				83			
10				35				60				85			
12				37				62				87			
14				39				64				89			
16				41				66				91			
18				43				68				93			
Total:				Total:				Total:				Total:			
Observaciones:															

TABLA 6: Registro de peces observados en el arrecife.

Formulario de registro de peces										
Estación:		Profundidad:			Temperatura: C ___ F ___					
Colectores:		Hora:			Fecha:					
Especies indicadoras de la salud del ecosistema										
Loros	Nombre común	0-20 m		25-45 m		50-70 m		75-95 m		
		Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	
<i>Scarus</i> spp.	Loro									
<i>Scarus iseri</i>	Loro rayado									
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Loro de banda roja									
Meros	Nombre común	0-20 m		25-45 m		50-70 m		75-95 m		
		Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	
<i>Epinephelus</i> spp.	Mero									
<i>Epinephelus striatus</i>	Mero batata									
<i>Epinephelus guttatus</i>	Mero cabrilla									
<i>Cephalopholis fulva</i>	Mero coney									
Pargos	Nombre común	0-20 m		25-45 m		50-70 m		75-95 m		
		Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	
<i>Lutjanus</i> spp.	Pargo									
Especie invasora										
<i>Pterois volitans</i>	Pez león									
Otras especies	Nombre común	0-20 m		25-45 m		50-70 m		75-95 m		Categoría (H o C)
		Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto	

TABLA 7: Formulario de erizos e invertebrados de valor comercial.

Formulario de erizos									
Fecha:	Hora:	Profundidad:	Relieve:		Coletores:				
Estación:		Temperatura: C ___ F ___							
Sustrato	<i>Diadema antillarum</i>	<i>Echinometra lucunter</i>	<i>Echinometra viridis</i>	<i>Arbacia punctulata</i>	<i>Euclidaris tribuloides</i>	<i>Tripneustes ventricosus</i>	<i>Lytechinus variegatus</i>	Otros	
HC									
RKC									
SC									
NIA									
SP									
RC									
RB									
SD									
SI									
Otro									
<i>Panulirus argus:</i>		<i>Lobatus spp:</i>							
Macroalgas y otras especies asociadas:									
Observaciones:									

TABLA 8: Formulario de los organismos observados en la zona bentónica del arrecife.

Formulario de zona bentónica												
Fecha:		Hora:		Temperatura: C__ F__			Estación:			Profundidad:		Colector:
Transecto 1 (0-20 m)			Transecto 2 (25-45 m)			Transecto 3 (50-70 m)			Transecto 4 (75-95 m)			
m	Código	Especie	m	Código	Especie	m	Código	Especie	m	Código	Especie	
0			25			50			75			
0.5			25.5			50.5			75.5			
1			26			51			76			
1.5			26.5			51.5			76.5			
2			27			52			77			
2.5			27.5			52.5			77.5			
3			28			53			78			
3.5			28.5			53.5			78.5			
4			29			54			79			
4.5			29.5			54.5			79.5			
5			30			55			80			
5.5			30.5			55.5			80.5			
6			31			56			81			
6.5			31.5			56.5			81.5			
7			32			57			82			
7.5			32.5			57.5			82.5			
8			33			58			83			
8.5			33.5			58.5			83.5			
9			34			59			84			
9.5			34.5			59.5			84.5			
10			35			60			85			
10.5			35.5			60.5			85.5			
11			36			61			86			
11.5			36.5			61.5			86.5			
12			37			62			87			
12.5			37.5			62.5			87.5			
13			38			63			88			



13.5			38.5			63.5			88.5				
14			39			64			89				
14.5			39.5			64.5			89.5				
15			40			65			90				
15.5			40.5			65.5			90.5				
16			41			66			91				
16.5			41.5			66.5			91.5				
17			42			67			92				
17.5			42.5			67.5			92.5				
18			43			68			93				
18.5			43.5			68.5			93.5				
19			44			69			94				
19.5			44.5			69.5			94.5				

Observaciones:

Códigos

Solo se considera arena (SD), o lodo (SI) si es más de 5 cm de profundidad

(HC)	(PLC)	(BLC)	(RKC)	(SC)	(DC)	(CCA)	(SP)	(NIA)	(TA)	(Hole)	(SD)	(SI)	(OT)
------	-------	-------	-------	------	------	-------	------	-------	------	--------	------	------	------

Coral Duro (HC)

Coral vivo palido (PLC)

Coral vivo blanqueado (BLC)

Coral de muerte reciente (RKC)

Coral blando (SC)

Alga crustosa coralina (CCA)

Espanja (SP)

Alga indicadora de nutrientes (NIA)

Alga de cesped (TA)

Agujero (Hole)

Arena (SD)

Cieno (SI)

Otro (OT)

TABLA 9: Formulario creado por la Red Arrecifal Dominicana (RAD) sobre evaluación de colonias enfermas.

Monitoreo de Síndromes Blancos											
Fecha:				Sitio:				Temp:			
Anotador:				Coord N:		Coord W:		Profundidad:			
Transecto No. ____				#Colonias Enfermas							
Especie	# Colonias Sanas	PL	BL	BBD	WPD	SCTLD	YBD	DSD	TUM	OTHR	PRED
AAGA											
CNAT											
DCYL											
DSTO											
DLAB											
EFAS											
FFRA											
HCUC											
MANG											
MCAV											
MMEA											
PCLI											
PSTR											
OANN											
OFAV											
SBOU											
SSID											
<i>Agaricia</i> spp											
<i>Isophyllia</i> spp											
<i>Madracis</i> spp											
<i>Mycetophyllia</i> spp											
<i>Scolymia</i> spp											
Observaciones/Comentarios:											

TABLA 10: Leyenda de los códigos utilizado por la RAD.

Leyenda
PL= Palido
BL= Blanco
BBD= Enfermedad de banda blanca
WPD= Enfermedad de plaga blanca
SCTLD= Enfermedad de perdida de tejido coralino
YBD= Enfermedad de banda amarilla
DSD= Enfermedad de manchas negras
TUM= Tumores o anomalías de crecimiento
PRED= Depredacion

ANEXO 2: TABLAS DE ESPECIES

TABLA 11: Algas observadas en arrecifes dominicanos.

Nombres y códigos de algas frecuentes en arrecifes dominicanos		
Nombre común	Nombre científico	Siglas
Alga calcárea	<i>Amphiroa</i> spp.	AMPH
	<i>Caulerpa</i> spp.	CAUL
Alga coralina crustosa		CCA
Cianobacteria		CYAN
	<i>Dictyota</i> spp.	DICT
	<i>Halimeda</i> spp.	HAL
Macroalga carnosa		FMA
Macroalga verde carnosa		GFMA
	<i>Lobophora</i> sp.	LOB
	<i>Padina</i> spp.	PADI
Alga roja carnosa		RFMA
Sargazo	<i>Sargassum</i> spp.	SARG
	<i>Styopodium</i> spp.	STYP
Alga césped		TA
Cobertura de alga césped con sedimento		TAS
Alga parda turbinaria	<i>Turbinaria</i> spp.	TURB

TABLA 12: Esponjas observadas en arrecifes dominicanos.

Nombres y códigos de esponjas en arrecifes dominicanos	
Nombre científico	Siglas
<i>Amphimedon compressa</i>	ACOM
<i>Aplysina fistularis</i>	AFIS
<i>Aplysina insularis</i>	AINS
<i>Cliona caribbaea</i>	CCAR
<i>Cliona tenuis</i>	CTEN
<i>Chondrilla caribensis</i>	CCARI
<i>Cliona delitrix</i>	CDEL
<i>Ircinia felix</i>	IFEL
<i>Iotrochota birotulata</i>	IBIR
<i>Xestospongia muta</i>	XMUT

TABLA 13: Octocorales observadas en arrecifes dominicanos.

Nombres y códigos de corales blandos en arrecifes dominicanos	
Nombre científico	Siglas
<i>Antillologorgia</i> spp.	ANTIL
<i>Briareum asbestinum</i>	BASB
<i>Eunicea calyculata</i>	ECAR
<i>Eunicea</i> spp.	EUNI
<i>Gorgonia</i> spp.	GORG
<i>Plexaura</i> spp.	PLEX
<i>Pseudoplexaura</i> spp.	Pseudoplexaura

TABLA 14: Peces observadas en arrecifes dominicanos.

Nombre científico	Nombre común	Categoría
<i>Holocanthus</i> spp.	Pez ángel	Omnívoro
<i>Pomacanthus</i> spp.	Pez ángel	Omnívoro
<i>Centropyge</i> spp.	Pez ángel	Herbívoro
<i>Chaetodon</i> spp.	Pez mariposa	Herbívoro



<i>Prognathodes</i> spp.	Pez mariposa	Herbívoro
<i>Acanthurus</i> spp.	Pez cirujano	Herbívoro
<i>Caranx</i> spp.	Cojinúa	Carnívoro
<i>Sphyaena</i> spp.	Barracuda	Carnívoro
<i>Albula</i> sp.	Macabí	Carnívoro
<i>Centropomus</i> sp.	Róbalo	Carnívoro
<i>Rachycentron</i> sp.	Cobia	Carnívoro
<i>Diplodus</i> spp.	Raspallón	Carnívoro
<i>Lagodon</i> sp.	Pinfish	Carnívoro
<i>Calamus</i> spp.	Plumas	Carnívoro
<i>Gerres</i> sp.	Mojarra	Carnívoro
<i>Atherina</i> spp.	Mejua	Omnívoro
<i>Clupeidae</i>	Sardinias	Omnívoro
<i>Engraulidae</i>	Anchoas	Omnívoro
<i>Kyphosus</i> spp.	Chopa	Herbívoro
<i>Haemulon</i> spp.	Bocayate	Carnívoro
<i>Orthopristis</i> sp.	Corocoros	Carnívoro
<i>Anisotremus</i> sp.	Arroz con coco	Carnívoro
<i>Emmelichthys</i> sp.	Grunt	Carnívoro
<i>Rhomboplites</i> sp.	Roamo	Carnívoro
<i>Lutjanus</i> spp.	Pargo	Carnívoro
<i>Ocyurus</i> sp.	Colirrubia	Carnívoro
<i>Apsilus</i> sp.	Pargo	Carnívoro
<i>Stegastes</i> spp.	Damisela	Herbívoro
<i>Abudefduf</i> spp.	Sargentos	Herbívoro
<i>Microspathodon</i> sp.	Damisela	Herbívoro
<i>Chromis</i> sp.	Chromis	Carnívoro
<i>Hypoplectrus</i> spp.	Hamlet	Carnívoro
<i>Mycteroperca</i> spp.	Cherna	Carnívoro
<i>Cephalopholis</i> spp.	Mero	Carnívoro
<i>Serranus</i> spp.	Sea Basses	Carnívoro
<i>Liopropoma</i> spp.	Sea Basses	Carnívoro
<i>Paranthias</i> spp.	Sea Basses	Carnívoro
<i>Rypticus</i> spp.	Sea Basses/soap fish	Carnívoro
<i>Gramma</i> spp.	Basselets	Carnívoro
<i>Lipogramma</i> spp.	Basselets	Carnívoro
<i>Cryptotomus</i> spp.	Pez loro	Herbívoro
<i>Lachnolaimus</i> spp.	Hogfish	Carnívoro

<i>Bodianus</i> spp.	Plátano maduro	Carnívoro
<i>Clepticus</i> sp.	Creole Wrasse	Carnívoro
<i>Halichoeres</i> spp.	Doncella	Carnívoro
<i>Thalassoma</i> sp.	Thalassoma	Carnívoro
<i>Holocentrus</i> spp.	Candil	Carnívoro
<i>Sargocentron</i> spp.	Candil	Carnívoro
<i>Myripristis</i> sp.	Candil	Carnívoro
<i>Heteropriacanthus</i> sp.	Alunado	Carnívoro
<i>Apogon</i> sp.	Cardinales	Carnívoro
<i>Phaeoptyx</i> spp.	Cardinales	Carnívoro
<i>Elacatinus</i> spp.	Gobios	Carnívoro
<i>Tigrigobius</i> spp.	Gobios	Carnívoro
<i>Coryphopterus</i> spp.	Gobios	Carnívoro
<i>Priolepsis</i> spp.	Gobios	Carnívoro
<i>Risor</i> sp.	Gobios	Carnívoro
<i>Labrisomus</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Malacoctenus</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Paraclinus</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Starksia</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Emblemariopsis</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Acanthemblemaria</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Lucayablennius</i> sp.	Blenios	Carnívoro
<i>Hemiblemaria</i> sp.	Blenios	Carnívoro
<i>Chaenopsis</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Scartella</i> sp.	Blenios	Carnívoro
<i>Parablennius</i> sp.	Blenios	Carnívoro
<i>Hypsoblennius</i> spp.	Blenios	Carnívoro
<i>Ophioblennius</i> sp.	Blenios	Carnívoro
<i>Enneanectes</i> spp.	Triplefin	Carnívoro
<i>Opistognathus</i> spp.	Jawfish	Carnívoro
<i>Bothus</i> spp.	Lenguado	Carnívoro
<i>Ogcocephalus</i> spp.	Pez murciélago	Carnívoro
<i>Scorpaenodes</i> spp.	Pez escorpión	Carnívoro
<i>Scorpaena</i> spp.	Pez escorpión	Carnívoro
<i>Antennarius</i> spp.	Pez sapo	Carnívoro
<i>Amblycirrhitus</i> spp.	Pez halcón	Carnívoro
<i>Prionotus</i> spp.	Searobin	Carnívoro
<i>Dactylopterus</i> sp.	Flying gurnard	Carnívoro

<i>Synodus</i> spp.	Pez lagarto	Carnívoro
<i>Hippocampus</i> spp.	Caballito de mar	Carnívoro
<i>Cosmocampus</i> spp.	Pipefish	Carnívoro
<i>Aulostomus</i> sp.	Pez trompeta	Carnívoro
<i>Mulloidichthys</i> sp.	Pez chivo	Carnívoro
<i>Canthigaster</i> spp.	Pez globo	Carnívoro
<i>Sphoeroides</i> spp.	Pez globo	Carnívoro
<i>Diodon</i> spp.	Guanábana	Carnívoro
<i>Chilomycterus</i> spp.	Pez globo	Carnívoro
<i>Acanthostracion</i> spp.	Pez cofre	Carnívoro
<i>Lactophrys</i> spp.	Pez cofre	Carnívoro
<i>Balistes</i> spp.	Pez ballesta	Carnívoro
<i>Canthidermis</i> spp.	Pez ballesta	Carnívoro
<i>Cantherhines</i> spp.	Chivo	Herbívoro
<i>Stephanolepis</i> spp.	Chivo	Herbívoro
<i>Aluterus</i> sp.	Chivo	Herbívoro
<i>Monacanthus</i> spp.	Chivo	Herbívoro
<i>Equetus</i> spp.	Drums and croakers	Carnívoro
<i>Pareques</i> spp.	Drums and croakers	Carnívoro
<i>Pempheris</i> spp.	Sweepers	Carnívoro
<i>Echeneis</i> spp.	Rémora	Carnívoro
<i>Gymnothorax</i> spp.	Morena	Carnívoro
<i>Muraena</i> spp.	Morena	Carnívoro
<i>Enchelycore</i> spp.	Morena	Carnívoro
<i>Quassiremus</i> sp.	Blackspotted eel	Carnívoro
<i>Myrichthys</i> sp.	Goldspotted eel	Carnívoro
<i>Heteroconger</i> spp.	Garden eel	Carnívoro
<i>Ginglymostoma</i> sp.	Tiburón gato	Carnívoro
<i>Negaprion</i> sp.	Tiburón limón	Carnívoro
<i>Carcharhinus</i> sp.	Tiburón de arrecife	Carnívoro
<i>Urobatis</i> sp.	Raya	Carnívoro

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AGRRRA: Programa de Evaluación Rápida de Arrecifes del Atlántico y Golfo (AGRRRA por sus siglas en inglés). · 10

Arrecife de barrera: Son estructuras lineales a distancia de la costa que se extienden paralelamente a los litorales y surgen de plataformas salientes sumergidas. El agua que se encuentra entre la costa y el arrecife se denomina laguna arrecifal. · 11

Arrecife de parches: Son formaciones coralinas sumergidas, con plataformas aisladas o discontinuas, con canales someros o profundos. Pueden desarrollarse detrás o delante de los arrecifes de barreras. · 11

Arrecifes de franja o costeros: Arrecifes ubicados cerca de la costa. Son los más comunes. Normalmente más desarrollados los cercanos a costas rocosas, bordes de islas o cayos. · 11

B

Biodiversidad Costero-marina: Diversidad biológica (flora y fauna) comprendida en la franja de tierra y mar predeterminada por la legislación vigente de cada país. · 6

Blanqueamiento: Fenómeno de debilitamiento del estado de salud del coral que se convierte en una decoloración, provocada por el aumento de la temperatura del agua y la salida o expulsión del alga simbiótica del pólipo de coral que dan al coral su color y sus nutrientes. · 12

C

Cobertura de corales: Área cubierta por organismos coralinos. · 10

Corales juveniles: Pequeña agrupación de pólipos de corales formando una estructura sólida y de mayor tamaño. Se diferencian de algunas especies coralinas de poco porte por la inmadurez de sus estructuras. · 15

D

Dinámica de poblaciones: La dinámica de poblaciones es la especialidad de la ecología que se ocupa del estudio de los cambios que sufren las poblaciones biológicas en cuanto a tamaño, dimensiones físicas de sus miembros, estructura de edad, sexo y otros parámetros que las definen, así como de los factores que causan esos cambios. · 16

E

Ecosistemas: Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven. Como Ecosistema Marino se entiende a la interacción de las plantas, los animales y el entorno que se encuentre en el mar, siendo este tipo de ecosistema el más grande del planeta (70% de agua de mar). · 6

Eventos de cambio rápido evidenciable: Alteración importante en la cobertura o salud de los ecosistemas arrecifales de fácil detección. · 13



H

Hábitat: Conjunto de factores físicos y geográficos que inciden en el desarrollo de un individuo, una población, una especie o grupo de especies determinados. · 11

Hoja de campo: Formulario de registro de datos especialmente diseñado para los fines esperados. · 17

I

Indicadores: Característica o condición relevante, y sensible a cambios durante el tiempo que pueda ser determinada y caracterizada de forma sencilla, precisa y práctica. · 10

Indicadores de investigación: Miden la abundancia u ocurrencia del elemento de la biodiversidad a monitorear. Algunos de ellos miden composición y estructura del elemento de la biodiversidad a monitorear. · 10

Indicadores de percepción: Son colectados por observadores locales y requieren de mínima capacitación en los ecosistemas y especies que se están monitoreando. Reportan los eventos clave y alarmas al sistema para un seguimiento más cercano. · 10

P

Plataforma Continental: Parte del fondo marino próximo a la costa, hasta los 200 metros aproximadamente. · 8

Protocolo: Conjunto de reglas o procedimientos que indican la manera en que se debe realizar la obtención de datos de campo. Estandariza los procedimientos. · 6

S

Servicios ecosistémicos: Recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos. · 6

Sistema de monitoreo: Vigilancia, seguimiento periódico de los ecosistemas costeros y marinos para la armonización, conservación y sostenibilidad ambiental de los ecosistemas. · 6

Sitios: Lugar de muestreo, estación. Para los fines de este protocolo una distancia de 0.1 km = 100 m. · 11

T

Transecto: Línea recta, de 100m, entera o fraccionada que sirve de guía para el registro de varios parámetros medibles en el protocolo · 12

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGRRA. (2017). Atlantic and Gulf Rapid Assessment. Obtenido de Coral Reef Monitoring.
- AGRRA. (2016). AGRRA: Introduction to Benthos Transects. Ocean Research & Education Foundation.
- Birkeland, C. (1989). The influence of echinoderms on coral-reef communities. En M. J. (Eds.), *Echinoderm Studies*, vol 3. AA. Balkema, pp 1-79.
- Caballero, H., Alcolado, P. M., Gonzalez, Perera, S., Hernández, L. (2013). Protocolo para el monitoreo de bentos en arrecifes coralinos. Versión ajustada a partir del método de campo AGRRA 2000. Centro Nacional de Áreas Protegidas. ISBN: 978-959-287-039-0
- Hawkins JP y Roberts CM. (2003). Effects of artisanal fishing on Caribbean coral reefs. *Conservation Biology*, 18: 215-226.
- Ortiz-Sotomayor, A. (2005). Los arrecifes de coral. Universidad de Puerto Rico, Programa de Colegio Sea Grant.
- Lalli, C.M. y Parsons, T.R. (1997). *Biological Oceanography: An Introduction (Second Edition)*. Butterworth-Heinemann: 287-303.
- McClanahan, T.R. y Arthur R. (2001). The Effect of Marine Reserves and Habitat on Populations of East African Coral Reef Fishes. *Ecol. Appl.*, Vol. 11: 559-569.
- Reef Check Foundation. (2017). Monitoreo de arrecifes coralinos. Obtenido de www.reefcheck.org
- Red Arrecifal Dominicana. (2019). Guía de encuesta para evaluación de la enfermedad de coral.
- Schofield, P. (2009). Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4, 473-479.
- Steneck, R. y Torres, R. (2015). El estado de los arrecifes de coral de República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: Fundación Propagas.
- UNEP. (2006). *Ecosystem-based Management-Makers for Assessing Progress*. UNEP.
- Woodley, J. D. (1999). Sea urchins exert top-down control of macroalgae on Jamaican coral reefs (1). *Coral Reefs* 18: 192.



Foto: Jonathan Delance



Foto: José Alejandro Álvarez

ESTE Y OTROS DOCUMENTOS
DEL PROYECTO BIODIVERSIDAD
COSTERA Y TURISMO, PUEDEN
ENCONTRARSE EN FORMATO
DIGITAL EN: [HTTPS://SITES.GOOGLE.
COM/VIEW/BIOTURISMORD/
MONITOREO-BIODIVERSIDAD](https://sites.google.com/view/bioturismord/monitoreo-biodiversidad)





INFORMACIÓN

Tel.: 809-567-4300

Ext.: 7394 | 7389 | 7192 | 7193

Correo: proyectobcyt@gmail.com

Web: proyectobcyt.com

   :@bioturismord

**Proyecto Biodiversidad Costera y Turismo,
una oportunidad para el desarrollo sostenible**

Avenida Luperón esq. Cayetano Germosén
Sector El Pedregal, Santo Domingo, D.N.,
República Dominicana.