



GUÍA PARA EL MONITOREO DE INTEGRIDAD ECOLÓGICA

EN EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE
DE HONDURAS

DICIEMBRE 2014



Documento preparado por:

Oliver Komar, Ph.D.

Profesor Pleno

Departamento de Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana

Asesor en Biodiversidad, Proyecto USAID ProParque

Vicepresidente, Sistema Nacional de Investigación Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (SINFOR)

okomar@zamorano.edu

Oliver Schlein, Ph.D.

Profesor Visitante y Experto Integrado del CIM/GIZ

Departamento de Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana

oschlein@zamorano.edu

Licda. Karla Lara

Técnico en Biodiversidad, Proyecto USAID ProParque

Departamento de Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana

klara@zamorano.edu

Créditos fotográficos:

Carlos Funes (Página 36)

Oliver Komar (Páginas 4, 8, 36)

Karla Lara (Páginas 2, 4, 8, 19)

Estuardo Secaira (Páginas 4, 36)

Con el apoyo técnico y financiero de:

USAID ProParque

Cita recomendada:

Komar, O., Schlein, O., y Lara, K. 2014. Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque. Tegucigalpa, Honduras. 39 pp.

Tabla de contenidos

Agradecimientos	1
Resumen	2
1. Introducción	3
2. Las funciones de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos	5
3. Monitoreo biológico integral vs. monitoreo de la integridad ecológica	7
4. Monitoreo biológico integral en paisajes manejados	9
4.1. El proceso de establecer objetos de conservación para un paisaje manejado	9
4.2. El proceso de establecer umbrales permisibles para el estado de cada objeto	11
4.3. La selección de indicadores para el monitoreo de los objetos de conservación	15
4.4. Pasos a seguir para realizar monitoreo biológico integral en un área	17
manejada	
5. Monitoreo de la integridad ecológica.....	20
5.1. Indicadores de integridad ecológica.....	22
5.2. Una propuesta de herramienta para generar un índice de integridad ecológica	25
para Honduras	
5.3. Pasos a seguir para aplicar la herramienta de integridad ecológica en un área	30
manejada	
6. ¿Cómo crear un programa de monitoreo? (sugerencias para manejadores de	32
paisajes)	
6.1. Gestión de financiamiento sostenible para un programa de monitoreo.....	32
6.2. Preparar un plan de investigación y monitoreo	34
7. Literatura citada.....	37

Lista de cuadros

Cuadro 1: Ejemplo de una matriz para la calificación de los objetos de conservación, sus atributos ecológicos clave e indicadores.	13
Cuadro 2: Ejemplo del análisis de viabilidad del Parque Nacional Montaña de Celaque..	14
Cuadro 3: Ejemplo del estado de conservación para cada objeto de conservación prioritario seleccionado para el Parque Nacional La Tigra.	14
Cuadro 4: Umbrales para las calificaciones de los diferentes estados del índice de integridad ecológica.	26
Cuadro 5: Valorización de cinco indicadores para el índice de integridad ecológica.	27
Cuadro 6: Cómo asignar valores para grado de confiabilidad del índice de integridad ecológica.	29
Cuadro 7: Bosquejo de contenidos para el plan de investigación y monitoreo.	34

Acrónimos y abreviaturas

AEC	Atributo Ecológico Clave
AGRRA	Atlantic Gulf Rapid Reef Assessment
AP	Área Protegida
AAPP	Áreas Protegidas
CEM	Centro de Estudios Marinos
EAPC	Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación
ESNACIFOR	Escuela Nacional de Ciencias Forestales
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
INCEBIO	Instituto de Ciencias para el Estudio y Conservación de la Biodiversidad
MAPANCE	Mancomunidad de Municipios del Parque Nacional Montaña de Celaque
PROCELAQUE	Ley de Fomento y Protección del Parque Nacional Montaña de Celaque
PROARCA	Programa Ambiental Regional de Centroamérica
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales
SINAPH	Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras
SINFOR	Sistema Nacional de Investigación Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
TNC	The Nature Conservancy
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNAH	Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Agradecimientos

Se agradecen las revisiones e insumos técnicos recibidos de las Direcciones de Vida Silvestre y Áreas Protegidas del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) y el apoyo técnico y financiero del Proyecto USAID ProParque.

Se recibieron insumos valiosos de los participantes del **Taller de Consulta del Plan de Trabajo de la Mesa de Monitoreo Biológico del SINFOR**, realizado el 25 de julio de 2013, en donde fue realizada la primera socialización de la presente guía:

Andrés Alegría, Centro de Estudios Marinos (CEM)
Christhel Argueta, ESNACIFOR
Víctor Archaga, Proyecto USAID ProParque
Ian Drysdale, Arrecifes Saludables
Roberto Downing, ICF
Alexander Elvir, ESNACIFOR
Lilian Ferrufino, Herbario TEFH (UNAH) y Herbario Paul C. Standley (Universidad Zamorano)
Ramón Hernández, Proyecto USAID ProParque
Luis Herrera, Fundación PANTHERA
Sindy Clarissa Lagos, ICF
Saíd Laínez, ICF
Marcio Martínez, ICF
Napoleón Morazán, Proyecto PROTEP
Héctor Portillo, Investigador INCEBIO y Consultor independiente
Oscar A. Raudales, ICF
Alejandra Reyes, ICF
Pablo Rico, Proyecto USAID ProParque
Malcolm Stufkens, MAPANCE/PROCELAQUE
Ana Rosario Velásquez, ICF
Calina Zepeda, TNC y Proyecto USAID ProParque

También se agradecen los insumos otorgados de muchos técnicos y expertos que participaron en talleres para aplicar la presente herramienta de integridad ecológica como un ejercicio de prueba durante el periodo de febrero a noviembre 2014. Las áreas seleccionadas para este ejercicio fueron: Parque Nacional (PN) Sierra de Agalta, Jardín Botánico Lancetilla, PN Nombre de Dios, PN Marino Islas de la Bahía, PN Jeannette Kawas, Refugio de Vida Silvestre (RVS) Cuero y Salado, PN Azul Meámbar, PN La Tigra y PN Montaña de Celaque. Dichos talleres fueron financiados por el proyecto USAID ProParque.

Resumen

A nivel nacional se ha identificado la necesidad de realizar monitoreo de la integridad ecológica, amparándose en los marcos de varias leyes nacionales e internacionales, así como también en planes estratégicos. En 2007, el gobierno hondureño desarrolló una revisión y ajustes metodológicos al monitoreo de la integridad ecológica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras (SINAPH), basada en la herramienta propuesta a nivel regional por Programa Ambiental Regional de Centroamérica (PROARCA) y The Nature Conservancy (TNC). Dicha metodología se encuentra dividida en cuatro componentes principales (1) identificación de objetos de conservación, (2) identificación de atributos ecológicos claves (AEC), (3) identificación de rangos aceptables de variación para cada AEC y (4) calificación de la integridad de cada objeto de conservación. Los objetos de conservación pueden ser diferentes tipos de bosques, arrecifes, ríos, manglares, o especies individuales. Para cada uno de estos objetos, se definen AEC (por ejemplo abundancia de especies, tamaño del hábitat/población, conectividad en el ecosistema, estructura y condición de un ecosistema). Con el presente documento, revisamos este sistema y proponemos uno nuevo ya que los objetos de conservación no necesariamente eran buenos indicadores de ecosistemas saludables; el monitoreo de los objetos de conservación y sus AEC representaba más bien un monitoreo biológico integral, y no necesariamente un monitoreo de integridad ecológica. Se ha identificado la necesidad de crear una herramienta más entendible y aplicable a nivel nacional, para conocer la integridad ecológica del país. La presente guía está estructurada para proveer definiciones claras para servicios ecosistémicos, monitoreo de integridad ecológica y monitoreo biológico integral. Se establecen criterios e indicadores para evaluar la integridad ecológica. Se incluye también una propuesta de herramienta para generar un índice de integridad ecológica para Honduras y sugerencias para la creación de programas de monitoreo. En particular, se proporciona un formato para la creación de planes de investigación y monitoreo a nivel de un área bajo manejo o conservación.



1. Introducción

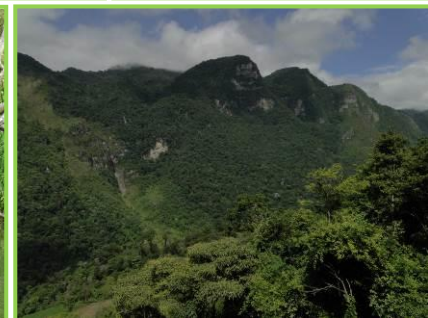
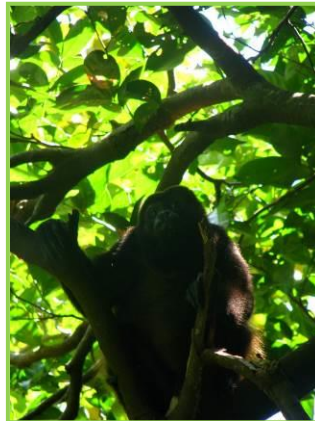
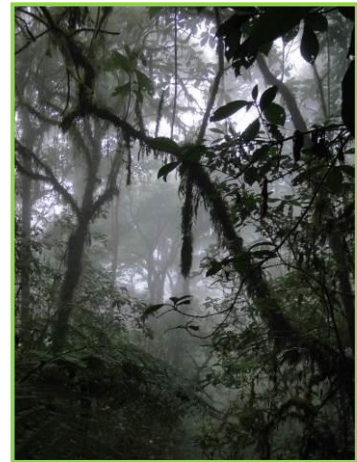
A nivel nacional, la necesidad de realizar monitoreo de la integridad ecológica está amparado bajo el marco de varias leyes nacionales e internacionales, y en planes estratégicos. En 1995, Honduras ratificó el Convenio Sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas. La Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción (SERNA 2001) propone el desarrollo de programas de monitoreo en las áreas protegidas. La Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (La Gaceta 2008) asignó al gobierno la responsabilidad de realizar monitoreo de los recursos biológicos. El Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre en Honduras (SINAPH) 2010–2020 (ICF 2009) reconoce también la necesidad de monitoreo biológico. Recientemente, el Sistema Nacional de Investigación Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (SINFOR) adoptó la Estrategia de Monitoreo Biológico en Honduras (Komar 2013).

En 2007, la administración forestal del estado (AFE-COHDEFOR), actualmente el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), desarrolló una revisión y ajustes metodológicos al monitoreo de integridad ecológica del SINAPH (Estrada 2007). La revisión estuvo basada en la herramienta metodológica propuesta a nivel regional por PROARCA y TNC (Herrera y Corrales 2004), la cual tiene su fundamento en el trabajo de Parrish et al. (2003). La herramienta se divide en cuatro componentes principales: 1) identificación de un número limitado de objetos de conservación, 2) identificación de atributos ecológicos clave (AEC) para tales objetos, 3) identificación de rangos aceptables de variación de cada atributo, medido mediante indicadores apropiados, 4) calificar el objeto de conservación y el área protegida.

Se han elaborado a nivel nacional, varios documentos de evaluación de integridad ecológica siguiendo esta metodología, como es el caso de la evaluación realizada para el Parque Nacional Patuca, Reserva de Biósfera Tawahka Asangni y Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano (Sigma Consultores 2011). Este documento fue desarrollado con el propósito de establecer un sistema de evaluación y medir si las áreas protegidas cumplen con los objetos de conservación por las cuales fueron creadas. A nivel regional y mundial, también se han elaborado documentos o estudios de caso para medir y evaluar la integridad ecológica en diferentes niveles, desde ecosistemas boscosos, hasta parques nacionales y reservas de biósfera (Whitacre 1997, Parrish et al. 2003, Tierney et al. 2009, Woodley 2010).

A pesar de los esfuerzos realizados, se identifica la necesidad de crear una herramienta más entendible y aplicable a nivel nacional. La presente propuesta pretende guiar la organización de proyectos de monitoreo de indicadores claves de ecosistemas saludables. Sin embargo, el propósito es llenar vacíos en la disponibilidad de herramientas para la evaluación de la integridad ecológica. No es la intención de esta propuesta reemplazar herramientas existentes para ecosistemas específicos, como por ejemplo, el Índice Integrado de Salud Arrecifal Simplificado de la metodología Atlantic Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA 2006). Está escrito principalmente para los manejadores y co-manejadores de áreas protegidas, sin embargo, puede ser de igual utilidad para manejadores de corredores biológicos, plantaciones agroforestales, y otros

paisajes con fines de protección de ecosistemas. Igualmente, puede ser útil para estudiantes de desarrollo sostenible, conservación biológica y manejo de recursos naturales.



2. Las funciones de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos

El propósito de monitorear la integridad ecológica es asegurar que los ecosistemas naturales continúen funcionando adecuadamente y proporcionando los servicios que aseguran la salud y buen desarrollo de las poblaciones humanas. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Naciones Unidas 1992), por ecosistema se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Estas unidades son fundamentales para el bienestar del ser humano, ya que proveen servicios básicos como producción de oxígeno, suelo, agua y alimentos. Los servicios ecosistémicos vinculan el ser humano con el entorno natural, y demuestran para el humano lo importante de los ecosistemas como aspecto clave de nuestro propio medio ambiente y supervivencia (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica 2012).

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), se dividen los servicios de los ecosistemas en cuatro categorías:

- 1) **Servicios de aprovisionamiento:** El suministro de bienes con beneficio directo para las personas, y a menudo con un claro valor monetario, tal como la madera de los bosques, las plantas medicinales y los peces de los océanos, ríos y lagos.
- 2) **Servicios de regulación:** El abanico de funciones realizadas por los ecosistemas, que son a menudo de gran importancia pero que generalmente no proporcionan un valor monetario en los mercados convencionales. Incluyen la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono y el control de la precipitación local, la eliminación de los contaminantes filtrando el aire y el agua, y la protección frente a desastres tales como los deslizamientos de tierra y las tormentas costeras.
- 3) **Servicios culturales:** No proporcionan beneficios materiales directos, pero contribuyen a satisfacer las necesidades y deseos de la sociedad, y por lo tanto, la buena disposición de las personas a pagar por la conservación. Incluyen el valor espiritual ligado a ecosistemas particulares, como los bosques sagrados, y la belleza estética de paisajes o formaciones costeras que atraen a los turistas.
- 4) **Servicios de apoyo:** Sin beneficio directo para las personas pero esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y por lo tanto, indirectamente responsables del resto de los servicios. Ejemplos de estos son la formación de suelo y los procesos de crecimiento de las plantas (dispersión de semillas, polinización, entre otros).

Según la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2012), algunos ejemplos de los servicios de los ecosistemas son:

- Moderación de la meteorología extrema y sus impactos (ejemplos: sequías, inundaciones, etc.).
- Mitigación del cambio climático.
- Absorción y almacenamiento de gases invernaderos como CO₂ y metano.
- Protección de los cursos de agua y las costas de la erosión.
- Regulación de los organismos portadores de enfermedades.

- Provisión de ingredientes para los productos farmacéuticos, bioquímicos e industriales.
- Fuente de energía y de combustibles de biomasa.
- Descomposición de los residuos y desintoxicación de la contaminación.
- Generación, mantenimiento y renovación de la fertilidad del suelo (ciclo de nutrientes).
- Polinización de los cultivos y plantas, y dispersión de semillas.
- Control de plagas y enfermedades agrícolas.
- Producción de alimentos (cultivos, alimentos y especias (hierbas) naturales, pescado y marisco, etc.).
- Producción de madera y fibra.
- Producción de oxígeno, purificación del aire y agua.
- Inspiración cultural, intelectual, artística y espiritual.
- Recreo (ejemplo: ecoturismo).
- Provisión de curas para enfermedades.

Al considerar todos estos servicios, es claro que el mantenimiento de ecosistemas saludables debe ser una alta prioridad para cualquier gobierno. Igualmente, es la responsabilidad del gobierno vigilar el estado de los ecosistemas dentro de su territorio. El gobierno debe poder reaccionar proactivamente si hay señales de una degradación en la integridad ecológica que restringirá el futuro funcionamiento de los ecosistemas.

Resumen Sección 2: Las funciones de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos

En este capítulo se conceptualizan diferentes términos, siendo los más importantes conocer:

- Los ecosistemas son un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.
- El marco principal para expresar la “utilidad” de la diversidad biológica es mediante los “servicios ecosistémicos”. Los servicios se dividen en cuatro categorías:
 - Servicios de aprovisionamiento (madera, plantas medicinales, peces, ríos y lagos, etc.).
 - Servicios de regulación (almacenamiento del carbono, control de precipitación, filtración de aire y agua, etc.).
 - Servicios culturales (valores espirituales ligados a los recursos naturales, belleza estética de paisajes o formaciones costeras, etc.).
 - Servicios de apoyo (formación de suelo, y los procesos de crecimiento de las plantas, etc.).

3. Monitoreo biológico integral vs. monitoreo de la integridad ecológica

En el pasado, se ha considerado que la manera de medir la integridad ecológica es combinar los resultados del monitoreo de todos los indicadores biológicos identificados en los planes de conservación (Estrada 2007). En este documento, presentaremos una metodología alternativa, porque en la mayoría de paisajes manejados, no se cuentan con los resultados de proyectos de monitoreo de indicadores específicos, por un lado. Y por otro lado, no todos los indicadores monitoreados para un plan de conservación representan la salud de todo un ecosistema. Aquí, referimos a los resultados de un programa de monitoreo de indicadores para la conservación como un “monitoreo biológico integral”.

Muchas veces, consideramos que las áreas protegidas existen para conservar los ecosistemas en general. En este caso, se puede considerar la salud de los ecosistemas como un indicador primordial del manejo exitoso de las áreas protegidas. La buena salud de un ecosistema se puede llamar “integridad ecológica”. El concepto de la integridad ecológica está basado en la idea que los ecosistemas mantengan sus funciones, generando múltiples servicios para el bien de toda la vida silvestre y también el ser humano. Sin embargo, los ecosistemas son muy complejos, incluyen grandes cantidades de especies, y las relaciones ecológicas entre cada par de especies son frecuentemente desconocidas.

En la práctica, cuando se crea un plan de conservación, se considera la razón de existir del área protegida. En general, nos damos cuenta que no todas las áreas fueron creadas para la conservación de un ecosistema saludable. Muchas veces, las áreas han sido creadas para la conservación de agua, o para la conservación de alguna especie en peligro de extinción, o en algunos casos para la conservación de uno o múltiples ecosistemas. Entonces, cada área manejada tiene varios objetos de conservación. En realidad, cada área manejada contiene múltiples ecosistemas, pero no todos se consideran como prioridades para la conservación. Entonces, no es siempre claro o sencillo definir la “integridad ecológica” al nivel de un área protegida o un área manejada en particular.

Al elaborar planes de conservación, frecuentemente se identifican varias prioridades de conservación (los objetos de conservación). Los indicadores para monitorearlos a veces también sirven como indicadores de integridad ecológica, pero no es siempre el caso. El conjunto de indicadores biológicos seleccionados para monitorear los objetos de conservación, podemos referirlos como indicadores para un “monitoreo biológico integral”. No necesariamente serán los mismos indicadores requeridos para un monitoreo de integridad ecológica.

Resumen Sección 3: Monitoreo biológico integral vs. monitoreo de la integridad ecológica

La principal diferencia entre ambos conceptos, es básicamente que el monitoreo biológico integral está enfocado únicamente al monitoreo de los objetos de conservación seleccionados para un área en particular, y por ende, a los indicadores que se le atribuyen para su monitoreo. Estos indicadores pueden servir también para monitorear la integridad ecológica, pero no es siempre el caso. El monitoreo de la integridad ecológica está ligado al funcionamiento de los ecosistemas y que estos mantengan su salud y que proporcionen múltiples servicios. Algunos indicadores para medir la integridad ecológica, no necesariamente son los mismos indicadores para monitorear los objetos de conservación. En resumen, cada área puede llegar a tener varios objetos de conservación (monitoreo biológico integral), que no necesariamente representen la salud de un ecosistema (integridad ecológica).



4. Monitoreo biológico integral en paisajes manejados

En esta sección, revisamos nuevamente las metodologías propuestas por Estrada (2007) en base a Herrera y Corrales (2004), ya que siguen vigentes para la realización de un “monitoreo biológico integral” en las áreas protegidas. Según Herrera y Corrales (2004), las herramientas de efectividad de manejo en Honduras y en otros países de Centroamérica deben evaluar la capacidad de monitorear aspectos biológicos claves dentro de las áreas manejadas, relacionados al propósito de crear estas áreas. Estas actividades de monitoreo en su conjunto las llamamos acá “monitoreo biológico integral”. Esto ayudará a los gestores de áreas manejadas a valorar el cumplimiento de los objetivos de creación del área protegida por medio del monitoreo de los objetos de conservación seleccionados. Aclaramos acá que el monitoreo biológico integral no es un paso esencial para poder evaluar la integridad ecológica, aunque si puede generar insumos de información muy útiles para la evaluación de la integridad ecológica.

Los objetos de conservación identificados en áreas manejadas pueden ser desde especies hasta ecosistemas. El conjunto de objetos de conservación identificados deben representar el juego completo de las prioridades de conservación del sitio. Los objetos de conservación cumplen también la función de “sombriilla”, ya que su protección asegurará también la persistencia del resto de componentes del sistema (Parrish et al. 2003). Durante el proceso de identificación de dichos objetos de conservación, es importante el involucramiento de expertos sobre los ecosistemas y especies amenazadas que se encuentran en el área en particular.

4.1. El proceso de establecer objetos de conservación para un paisaje manejado

Para el establecimiento de objetos de conservación, podemos tomar en cuenta los pasos de la metodología de los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (EAPC) (Granizo et al. 2006, CMP 2007) y que actualmente es utilizada en varios países para la selección de objetos de conservación. Los Estándares Abiertos también han servido para el desarrollo del Programa de Software de Manejo Adaptativo Miradi (Miradi significa “proyecto” en el idioma swahili). La versión actual del programa está disponible sin costo en www.miradi.org. Se sugiere la aplicación de este programa para desarrollar los procesos descritos en esta sección.

Los objetos de conservación son elementos de la biodiversidad en un área o paisaje manejado (especie, hábitat/sistema ecológico o proceso ecológico) que se ha seleccionado como punto de enfoque. Todos los objetos de conservación juntos deberían de representar el juego completo de las prioridades de conservación del sitio. Se definen ecosistemas y especies de la siguiente manera:

- **Ecosistemas:** comunidades biológicas que comparten un mismo paisaje y se relacionan con este mediante procesos ecológicos (terrestres, de agua dulce, marinos, entre otros) (Granizo et al. 2006). Por ejemplo, un objeto de conservación que puede ser considerado a nivel nacional son los “bosques nublados” o

“bosques de pino encino” presentes en varios sitios de Honduras, medido con los mismos parámetros y rangos de calificación para un análisis sistematizado y replicable.

- Especies: pueden ser especies endémicas, de distribución restringida, de importancia global o regional, de interés comercial, en peligro o amenazada. También pueden seleccionarse agrupaciones o comunidades de especies con necesidades de conservación similar (Granizo et al. 2006) o aquellas que representen conectividad paisajística con otras áreas, como los jaguares o peces. Por ejemplo, a nivel nacional pueden seleccionarse especies amenazadas a nivel mundial, como el colibrí esmeralda hondureño (*Amazilia luciae*) y el jamo negro (*Ctenosaura melanosterna*). También se puede seleccionarse agrupaciones de especies amenazadas, como varias especies de orquídeas, y las tortugas marinas. Otras agrupaciones de especies pueden tener sentido por su papel ecológico, como poblaciones de felinos y sus presas, o especies polinizadoras, entre otros. Los estatus de conservación a nivel mundial para las especies de flora y fauna pueden ser consultados en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) disponible en <http://www.iucnredlist.org/search>.

Al momento de definir los objetos de conservación por área o paisaje manejado, TNC (2000) recomienda seleccionar no más de ocho objetos. Granizo et al. (2006) sugieren utilizar dos filtros para la selección, el filtro grueso y el filtro fino:

- Filtro grueso: comenzar el proceso con la selección de ecosistemas (los cuales incluyen todas las especies asociadas a estos).
- Filtro fino: luego de seleccionar objetos de conservación que corresponde a los ecosistemas más representativos o prioritarios, se recomienda revisar si hay especies con requisitos de conservación especiales. Pueden ser especies en peligro de extinción, o especies sujetas a altas presiones debido a demanda para su extracción o debido a contaminación.

Ahora bien, al realizar estos procesos de selección, puede surgir la siguiente interrogante ¿Cuándo agrupar y/o separar objetos de conservación? La metodología de EAPC (Granizo et al. 2006, CMP 2007) sugiere agrupar los objetos de conservación si cumplen con los siguientes criterios:

- Que los objetos de conservación se encuentren juntos en el paisaje.
- Que los objetos de conservación requieran de procesos ecológicos similares.
- Que tengan niveles similares de viabilidad, o un elemento puede servir como indicador del otro.
- Que enfrenten amenazas parecidas.

Si los objetos de conservación cumplen con todos estos criterios podrían agruparse ya que requieren estrategias de conservación similares. En caso contrario, la metodología recomienda que se traten como objetos de conservación separados.

A continuación se presentan ejemplos de objetos de conservación agrupados, y que pueden aplicarse a nivel nacional:

- Felinos y especies presas y/o cinegéticas.
- Bosque seco y especies vegetales endémicas al mismo.
- Sabanas de pino y aves que anidan en sabanas de pino.
- Bosques nublados y coníferas de altura.
- Manglares, estuarios y lagunas costeras.
- Arrecifes de coral y especies asociadas.
- Bahías y pastos marinos.

La identificación y selección de objetos de conservación focales es un proceso participativo. Es decir que múltiples actores involucrados en el manejo del área, y los usuarios del área y sus servicios ecosistémicos, deben reunir para discutir juntos cuales son los objetos de conservación del área. Los objetos deberán ser re-evaluados y revisados en el corto y largo plazo a medida que se obtenga mayor información sobre los patrones y procesos ecológicos en el sitio y los elementos que los amenazan. Además, los objetos de conservación focales pueden cambiar con el transcurso del tiempo a medida que las estrategias se pongan en acción y las amenazas se eliminen o si la situación cambia de manera significativa (TNC 2000).

4.2. El proceso de establecer umbrales permisibles para el estado de cada objeto

Después de la selección de los objetos de conservación prioritarios para el área protegida o paisaje manejado, se procede a evaluar la viabilidad de los objetos, para asegurar que los objetivos, estrategias y acciones aborden las necesidades reales de manejo, con base en la ecología de los objetos de conservación y no solamente en las amenazas aparentes. Este proceso sirve también para la identificación de indicadores eficientes para el monitoreo biológico y ecológico (Granizo et al. 2006, CMP 2007).

Según la metodología de EAPC (Granizo et al. 2006, CMP 2007), se sugiere el planteamiento de las siguientes interrogantes para iniciar con la evaluación de los objetos de conservación:

- ¿Qué atributos clave, incluyendo procesos ecológicos, deben mantenerse para asegurar la viabilidad (salud e integridad) de los objetos a largo plazo?
- ¿Dentro de que rangos (umbrales) debemos mantener a esos atributos clave?

Los atributos ecológicos clave (AEC) los constituye la estructura, composición, interacciones y factores bióticos o abióticos que hacen posible la persistencia del objeto de conservación. Se requiere un limitado número de características biológicas, procesos ecológicos e interacciones con el ambiente abiótico que distinguen el objeto de conservación de otros y que define su variación natural en el tiempo y espacio (TNC 2000, Herrera y Corrales 2004, Estrada 2007).

Tres factores, que incluyen los procesos ecológicos clave, deben considerarse para asegurar la viabilidad en el largo plazo de los objetos de conservación: (1) tamaño, (2) condición y (3) contexto paisajístico. La caracterización de estos tres factores, que varían de un sitio a otro, proporciona el fundamento para evaluar las presiones (destrucción, degradación o deterioro) que afectan a los objetos de conservación prioritarios. También ayuda a establecer e identificar las metas de conservación y restauración (TNC 2000, Herrera y Corrales 2004).

Debido a que los AEC no siempre se pueden cuantificar directamente, puede requerirse la identificación de indicadores que puedan ser medidos (los criterios para la selección de buenos indicadores son descritos en la sección 4.3. de este documento). El indicador entonces hace referencia a la entidad cuantificable utilizada para evaluar el estado y tendencia del AEC. La definición de rangos de variación aceptables (umbrales permisibles) es crítica ya que un objeto de conservación se considera “conservado” solo si sus AEC se mantienen o se restauran dentro de dicho rango. Estos límites son entonces las condiciones mínimas que deben dominar para que el objeto persista en el tiempo y espacio (Parrish et al. 2003). Es recomendable la identificación de por lo menos un AEC y un indicador medible para cada objeto de conservación. Para cada uno de los AEC se definen una o varias categorías relevantes (cuadro 1).

Cada una de estas categorías definidas deben contar con varios indicadores seleccionados, los cuales se pueden evaluar calculando un promedio para realizar su valoración dentro de un rango de variabilidad permisible. Normalmente se aplica 4–5 rangos diferentes para realizar una calificación del valor promedio del indicador: “Pobre”, “Regular”, “Bueno” y “Muy bueno” (Estrada 2007, Sigma Consultores 2011), o “Crítico”, “Mal”, “Regular”, “Bien” y “Muy bien” (Arrecifes Saludables 2012), pero existen también estudios con una calificación más sencilla (“preocupación grave”, “cuidado”, “bueno”) (Tierney 2009).

Para generar los rangos de variación puede acudir a las situaciones extremas que presenta el AEC que se está monitoreando. Como mínimo, un AEC y un indicador con escala cuantificable deben desarrollarse para cada objeto de conservación, con el involucramiento de expertos para desarrollar los indicadores con información proveniente de estudios realizados en el área. Para los AEC que no se dispone de suficiente información, puede realizarse un análisis preliminar. Es importante entonces recalcar la importancia de la participación de expertos y la recopilación previa de información disponible para evaluar las áreas o paisajes manejados (Herrera y Corrales 2004).

Cuadro 1: Ejemplo de una matriz para la calificación de los objetos de conservación, sus atributos ecológicos clave e indicadores.

Objeto de conservación	AEC	Categoría	Indicador	Rangos de variación permisibles			
				Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno
Bosques húmedos tropicales	Tamaño del hábitat	Tamaño	Área total del ecosistema	Menor a 25,000 ha	25,000–1,00,000 ha	100,000–250,000 ha	Mayor a 250,000 ha
	Conectividad del ecosistema	Contexto paisajístico	Distancia promedio entre parches de bosque	Mayor a 10 km.	5–10 km.	0.5–5 km.	Menor a 0.5 km.
Aves migratorias altitudinales	Corredores para migración	Contexto paisajístico	Distancia promedio entre parches de bosques	Mayor a 10 km.	5–10 km.	0.5–5 km.	Menor a 0.5 km.
	Composición florística de los parches	Condición	Árboles de la familia Lauraceae por km ² de corredor	Menor a 20 árboles	21–50 árboles	51–300 árboles	Más de 300 árboles

Una vez definidos los rangos de variación permisibles de cada indicador, es necesario evaluar el estado de cada indicador. Este paso incluye (1) reunir y analizar los datos relevantes para el monitoreo de cada indicador y (2) utilizar los resultados de este análisis para determinar la categoría apropiada para cada indicador. Este paso es un componente importante de la medida total de éxito en la conservación. De esta forma, cada indicador será calificado como (1) Muy bueno, (2) Bueno, (3) Regular o (4) Pobre (Herrera y Corrales 2004).

En el cuadro 2, proporcionamos un ejemplo del análisis de viabilidad elaborado para el Parque Nacional Montaña de Celaque, donde se muestran algunos indicadores planteados para dos de los cinco objetos de conservación seleccionados (tomado y modificado de Portillo et al. 2013a).

Cuadro 2: Ejemplo del análisis de viabilidad del Parque Nacional Montaña de Celaque.

Objeto de Conservación	AEC	Indicador	Tipo	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno
				Rangos de variación permisibles			
Bosque Mixto de Pino-Encino	Tamaño del ecosistema	Número de Hectáreas con relación al tamaño natural	Tamaño	<30%	30–70%	70–90%	>90%
	Estado actual				59%		
	Estructura del ecosistema	% de Bosque en condiciones óptimas de conservación	Condición	<30%	30–70%	70–90%	>90%
	Estado actual					86%	
Felinos y especies cinegéticas	Presencia de felinos	Número de capturas de puma por 1,000 noches cámara	Tamaño	1	2–5	6–9	>9
	Estado actual			1			
	Presencia de especies cinegéticas	Número de capturas de Venado Cola Blanca por 1,000 noches cámara	Tamaño	>3	3–7	7–11	>11
	Estado actual						15

Fuente: Portillo et al. 2013a

Al analizar el conjunto de indicadores para cada AEC de cada objeto de conservación, se puede definir el estado de conservación para cada uno de estos objetos. En el cuadro 3, se puede apreciar un resumen del análisis de viabilidad desarrollado para el Parque Nacional La Tigra (tomado y modificado de Portillo et al. 2013b). Es importante aclarar que las calificaciones globales de los estados de conservación de los objetos son generados en base a fórmulas automáticas provistas en el software “Miradi”.

Cuadro 3: Ejemplo del estado de conservación para cada objeto de conservación prioritario seleccionado para el Parque Nacional La Tigra.

Objeto/Categoría de Viabilidad	Tamaño	Condición	Contexto Paisajístico	Estado de Conservación
Bosques secos	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Objeto/Categoría de Viabilidad	Tamaño	Condición	Contexto Paisajístico	Estado de Conservación
Sistema hídrico de La Tigra	Bueno	Muy Bueno		Muy Bueno
Bosques nublados	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Bosques de pino-liquidámbar	Regular	Bueno	Bueno	Bueno
Bosques de pino-encino	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Felinos y especies cinegéticas	Regular			Regular
Calificación global de la salud de los objetos de conservación prioritarios para el sitio				Bueno

4.3. La selección de indicadores para el monitoreo de los objetos de conservación

La selección de indicadores para cualquier objeto de conservación debe tomar en cuenta varios factores. Los criterios para un buen indicador incluyen:

El indicador es relativamente común. Los técnicos que miden el indicador en campo deben poder localizar ejemplares del indicador sin mayor esfuerzo. Especies en peligro de extinción, si son muy raras, o si son muy costosos de encontrar para medir o contar, pueden ser malos indicadores del éxito de manejo. Ejemplos: El Águila Negra Crestada (*Spizaetus tyrannus*) es relativamente común y se detecta frecuentemente por su fuerte silbido; es un indicador fácil de detectar. El Águila Arpia (*Harpia harpyja*), sin embargo, es tan raro que uno podría buscar durante semanas y no hallarla, a pesar de estar presente. Las culebras tienen hábitos muy ariscos, y de hecho pasan la mayoría del tiempo escondidos bajo tierra o en cuevas. A pesar de ser de interés para la conservación, no sirven como buenos indicadores de manejo por ser demasiado difícil de observar.

El indicador es identificable. Los técnicos que lo miden en campo deben de distinguir el indicador (por ejemplo, una especie) sin tener que realizar estudios costosos. Especies (o ecosistemas) que se confunden con similares pueden ser pobres indicadores, si los técnicos los confunden con otras especies (o ecosistemas). Ejemplos: muchas especies de orquídeas se identifican solo por sus flores, y tienen periodos de floración muy cortos (de algunos días o semanas); la mayoría del tiempo, son indistinguibles de otras especies en el campo y no funcionan como buenos indicadores. Otros grupos muy difíciles de identificar incluyen muchas familias de insectos, aves pequeñas, lagartijas pequeñas, muchas especies de invertebrados, muchas especies de plantas, etc. Por otro lado, aves

vistas y grandes, o aves con distintivas vocalizaciones son fáciles de aprender e identificar. Muchos anfibios también tienen vocalizaciones distintas y/o colores distintos. Mamíferos grandes generalmente son identificables sin mayor gasto, mientras que algunas familias de mamíferos pequeños (musarañas, ratones, murciélagos) pueden ser difíciles de identificar.

El indicador es cuantificable. Los técnicos que lo miden en campo deben de poder obtener una medida cuantitativa y precisa. No se debe depender del juicio del técnico para cuantificar el indicador (pues, no es adecuado que sean “muchos”; el técnico debe poder contarlos). Un indicador como “población” frecuentemente no es cuantificable, pero medidas de abundancia relativa, como individuos por transecto, son atractivas como indicador. Ejemplos: buenos indicadores incluyen iguanas observadas por transecto de 100 m, puntos con presencia de colibrí esmeralda hondureño, árboles maduros por parcela de 0.1 ha, hectáreas de bosque nublado, peces capturados con uso de una red de mano durante 10 min, etc. Pobres indicadores, por ser difícil de cuantificar de manera objetiva, incluyen iguanas en un área de 100 ha, colibríes en un transecto de 2 km, árboles maduros por parcela de 10 ha, epífitas por árbol, peces por charco, insectos por árbol, etc.

El indicador es sensible a factores internos. Los factores internos son factores sujetos al manejo en el paisaje, como por ejemplo, la vigilancia contra extracción y cacería, la siembra de árboles, la limpieza de ríos y el control de incendios. El indicador debe ayudarnos a entender si una o más intervenciones de manejo están funcionando o no. Si el indicador no es sensible al manejo, entonces no tiene sentido utilizarlo como indicador. Ejemplos: el área de una reserva no es buen indicador de manejo, porque no cambia según el trabajo de protección realizada dentro de la reserva. Sin embargo, extensión de cobertura de bosque puede cambiar según el manejo, pues esto funcionará como indicador. Especies generalistas, como carpinteros, que viven tanto en paisajes perturbados como en paisajes conservados, no son buenos indicadores. Especies especialistas, como trepatroncos, son buenos indicadores de un bosque no perturbado. Muchas especies cinegéticas, como venado, tepezcuittle (paca), pavas y coas (trogones), son buenos indicadores de control de cacería.

El indicador no es sujeto a factores externos (al manejo). Si la población de una especie tiene fluctuaciones grandes de manera natural (quizás porque se vincula con patrones climáticos de corto plazo, como lluvias, por ejemplo), cambios en su estado pueden ocurrir independiente de la existencia de buen o mal manejo. No será útil para evaluar la efectividad de una intervención de manejo, porque un cambio podría reflejar un factor externo independiente de la intervención de manejo. Ejemplos: la abundancia de especies sésiles (residentes, que no se mueven mucho) puede ser buen indicador, mientras que abundancia de especies migratorias, vagabundas o volátiles (entran y salen de la zona de manejo) es mal indicador, por ser sujeto a múltiples factores externos en otros paisajes (contaminación, cacería, etc.). Especies volátiles incluyen aves migratorias, murciélagos, mariposas y la mayoría de insectos voladores (abejas, avispas, escarabajos, libélulas, etc.), jaguares, aves rapaces y aves frugívoros en general. Unos anfibios, a

pesar de ser especies sésiles, son sensibles a factores externos como cambio climático y patógenos como el hongo chítrido, tal que no serán buenos indicadores de intervenciones de manejo.

Un factor externo que afectará algunos indicadores en el largo plazo es el cambio climático. Por ejemplo, el cambio climático podría causar una disminución de la extensión de los bosques nublados, en la escala de varias décadas. Es decir, que eventualmente, una franja de bosque nublado experimentará un recambio de especies mejor adaptadas al nuevo clima, y posiblemente se transformará en otro ecosistema, como bosque pino-encino, o bosque latifoliado tropical (bosque lluvioso). Este proceso requerirá muchos años, quizás décadas, para llegar a ser detectado. No obstante, el ecosistema de bosque nublado todavía es un objeto de conservación apropiado para un área manejada. Indicadores relacionados con bosque nublado pueden incluir la extensión de cobertura del bosque, el área basal total por parcela, la diversidad de especies y la abundancia relativa de una especie sombrilla dentro del bosque.

Un indicador frecuentemente utilizado para el monitoreo de la calidad de agua es la abundancia o riqueza de insectos bénticos (Rosenberg & Resh 1993, Figueroa et al. 2003, Springer et al. 2010, Guevara 2011). Insectos bénticos son invertebrados que en su estado larval viven en el fondo de un cuerpo de agua. Este indicador ha sido comprobado en muchas ocasiones como factible para cuantificar, y existen algunas guías para identificar formas que son indicadoras o de aguas limpias o de aguas contaminadas. Por lo general, se utiliza la riqueza de especies o diversidad de las formas, ya que los manuales no son aplicables en todo sitio, y los animales son difíciles de identificar a nivel de especie. Generalmente, se identifican solo a nivel de género o familia.

4.4. Pasos a seguir para realizar monitoreo biológico integral en un área manejada

Presentamos en esta sección una lista de pasos a seguir, para llegar a tener un programa de monitoreo biológico integral en un área bajo manejo:

1. Identificar los objetos de conservación para el área. Si no existen objetos ya identificados en un Plan de Conservación o en un Plan de Manejo, se debe realizar un proceso participativo (taller) con los interesados en la conservación del área, para seleccionar los objetos de conservación.
2. Durante un proceso de consulta con científicos (personas capacitadas en técnicas de análisis de datos y en la ecología de los ecosistemas o de las especies que forman los objetos de conservación), identificar los atributos ecológicos claves a evaluar y el grupo de indicadores para poder medir dichos atributos, y obtener así el estado de salud de cada objeto de conservación.
3. Identificar un investigador a cargo del monitoreo de cada indicador (puede ser el mismo investigador a cargo de varios indicadores). El investigador debe estar capacitado en diseño experimental y análisis de datos, para poder organizar la colecta de datos y su análisis de manera adecuada. Como hay múltiples

indicadores, y múltiples objetos de conservación, puede ser necesario organizar la participación de varios investigadores. Los investigadores considerarán como organizar la participación de actores locales en la toma de datos.

4. Si fuera necesario, gestionar convenios de largo plazo con los investigadores o instituciones de investigación que estarán a cargo de los varios proyectos de monitoreo.
5. Si existe un Plan de Investigación y Monitoreo (PIM) para el área, consultarlo, para saber cuáles de los estudios de monitoreo requeridos para los objetos de conservación ya están identificados como prioritarios para el área. Si el PIM no identifica un estudio propuesto como prioritario, reconsiderar si realmente vale la pena realizar, considerando los costos y beneficios (y costos de oportunidad). Igualmente, si un estudio propuesto no está considerado en el PIM, considerar si el PIM requiere actualización.
6. En caso que no existe un Plan de Investigación y Monitoreo para el área, debe organizarse un proceso participativo de planificación, que involucre a científicos y personas interesadas en el manejo exitoso del área, para su elaboración. Dentro del Plan, debe haber un componente de Monitoreo Biológico Integral que identifica los estudios de monitoreo prioritarios enfocados a los objetos de conservación del área.
7. Las metodologías específicas para cada estudio de monitoreo deben ser establecidas por los investigadores a cargo, y pueden variar según los avances científicos en los temas. Es importante involucrar un investigador principal que conoce de la literatura reciente sobre los temas relacionados y sea el responsable de elaborar la metodología o protocolo de investigación, y asegurar que las personas que recolecten los datos estén debidamente capacitados y asesorados por dicho investigador. Cada investigador considerará la conveniencia o no de involucrar personas locales en la toma de los datos de campo.
8. Cada investigación (o monitoreo) en áreas protegidas requiere un permiso de investigación otorgada por el ICF. Los investigadores a cargo de los estudios tendrán que presentar anteproyectos al ICF con anticipación, junto con solicitudes para la obtención de los respectivos permisos de investigación.
9. Es recomendable informar técnicos del área protegida sobre los estudios y planes de monitoreo a realizar. En caso que sea factible, se podría involucrar a gente local de comunidades cercanas que podrían estar interesadas en formar parte del equipo ejecutor. Así mismo, se sugiere informar periódicamente (anualmente) sobre los resultados.
10. Será necesario realizar informes técnicos por lo menos anualmente sino más frecuentemente, sobre los avances y resultados preliminares de los estudios. Una vez que aparecen patrones claros (y estadísticamente confiables) en el comportamiento de los indicadores monitoreados, se sugiere la publicación de los

resultados por medio de un artículo científico en una revista científica arbitrada a nivel nacional o internacional.

Resumen Sección 4: Monitoreo biológico integral en paisajes manejados

El monitoreo biológico integral ayudará a los gestores de las áreas manejadas a valorar el cumplimiento de los objetivos de creación del área por medio del monitoreo de los objetos de conservación seleccionados. El conjunto de objetos de conservación deben representar el juego completo de las prioridades de conservación del sitio.

En esta sección, se explica el proceso de establecer los objetos de conservación, los umbrales permisibles para cada objeto y la selección de indicadores para el monitoreo de los objetos, los cuales han sido basados en la metodología de los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (EAPC).

Es importante también recalcar los criterios para la selección de un buen indicador biológico (aplica para el monitoreo biológico integral y el monitoreo de integridad ecológica):

- El indicador es relativamente común
- El indicador es identificable
- El indicador es cuantificable
- El indicador es sensible a factores internos
- El indicador no es sujeto a factores externos



5. Monitoreo de la integridad ecológica

Generalmente, el término “integridad ecológica” describe la “salud” de un paisaje, área o ecosistema, incluyendo la suma de todos los organismos (la biota) y todas las interacciones ecológicas y procesos ecológicos (no biológicos y biológicos). Integridad ecológica (=integridad de ecosistema) es una característica muy compleja de ecosistemas terrestres y acuáticos. La integridad ecológica incluye un sin número de aspectos y componentes, y en la literatura publicada se encuentra también un sin número de definiciones.

La integridad de un ecosistema es una medida del bienestar, de la viabilidad, salud y de la entereza de un ecosistema. También es una medida de la capacidad de un ecosistema de mantener y apoyar una comunidad de organismos, la cual tiene una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con las de hábitats naturales de la misma región (Parrish et al. 2003).

Un sistema ecológico tiene integridad y es capaz de sobrevivir cuando sus características dominantes se encuentran dentro de un rango natural de variación y pueden resistir y recuperarse de las perturbaciones por la dinámica natural o desequilibrios humanos (Parrish et al. 2003). El monitoreo de esta característica sumamente compleja y no directamente registrable es un reto enorme, lo cual incluye varias tareas y pasos básicos:

- 1) Seleccionar ecosistemas representativos y centrales para el bienestar y la funcionalidad de la zona (el área observada lo cual podría ser un área manejada).
- 2) Encontrar atributos e indicadores ecológicos adecuados, los cuales se puede, si es necesario, diferenciar en indicadores positivos (p.ej. abundancia de especies en peligro de extinción, índices de biodiversidad, poblaciones de especies claves) e indicadores negativos (p. ej. especies invasoras, indicaciones de perturbaciones humanas, deforestación, grado de contaminación, etc.).
- 3) Idealmente hay que incluir indicadores de escalas/niveles y naturalezas diferentes: nivel de paisaje/indicadores geográficos, indicadores químicos, físicos, biológicos (vegetación, fauna y flora, comunidades) y culturales-humanos (perturbaciones).
- 4) Definir sistemas de medición adecuados para cada uno de los indicadores.
- 5) Pensar en una evaluación significativa pero manejable (calculando rangos, índices, valores estadísticos).
- 6) Contar con el apoyo de especialistas respectivos (ante todo en la identificación de especies, evaluación de muestras, etc.).

Woodley et al. (1993) presentaron cinco criterios para evaluar la integridad ecológica:

- 1) ¿Es el ecosistema sostenible? ¿Es el ecosistema capaz de renovar y sostener su misma funcionalidad?
- 2) ¿Es el ecosistema resistente y resiliente? ¿Puede resistir y repelar a especies invasoras?
- 3) ¿Está el ecosistema produciendo autónomamente recursos y servicios? ¿Está su productividad inalterada?

- 4) ¿Está el ecosistema acumulando nutrientes de manera natural?
- 5) ¿Está toda la biota, incluyendo todas sus relaciones ecológicas e interacciones, inalterada?

Entonces, ¿Cuáles son los factores (es decir las variables y medidas) que necesitamos considerar para definir y evaluar la integridad ecológica de un ecosistema?:

- Unidades biológicas (algunos ejemplos):
 - a) composición de especies
 - b) comunidades
 - c) gremios ecológicos
 - d) especies invasoras
 - e) especies de interés especial
- Interacciones y relaciones biológicas:
 - a) Explotación (depredadores, fitófagos, parásitos, etc.)
 - b) Mutualismo
 - c) Descomposición (hojarasca, carroña, estiércol, etc.)
- Características de la vegetación y de la geografía de escalas diferentes; impactos y condiciones abióticos; contexto de clima, paisaje, etc.
- Factores de estrés, perturbaciones e impactos humanos (por ejemplo erosión, carreteras, deforestación, agricultura, contaminación, etc.)

Según Kay (2001), los elementos fundamentales que hay que considerar para cada programa de estimación de la integridad ecológica son:

- 1) Los ecosistemas son naturalmente dinámicos en espacio y tiempo. Sus límites no son estructuras fijas; los nutrientes, especies y flujo de energía son mucho más importantes que fronteras precisas.
- 2) Los procesos internos de ecosistemas operan en una variedad enorme de niveles. Descripciones de integridad ecológica necesitan evaluaciones de ecosistemas suficientemente amplias para monitorear procesos enteros en espacio y tiempo.
- 3) Evaluaciones de integridad ecológica tienen que considerar que ecosistemas son sistemas sumamente complejos, con un sin número de procesos, elementos y niveles.
- 4) Ecosistemas que demuestran síntomas de estrés (productividad reducida) tienen una integridad en peligro. La capacidad del ecosistema de volver a su funcionalidad óptima es central en la discusión sobre factores estresantes y la pérdida de integridad. Las actividades humanas producen perturbaciones y factores de estrés para ecosistemas. Se deben monitorear y cuantificar estos factores.
- 5) El concepto de la integridad de un ecosistema tiene su base en valores humanos, así individuos diferentes lo evaluarán e interpretarán en maneras diferentes.

En la gran mayoría de estudios que evalúan la integridad ecológica de ecosistemas a través de un monitoreo complejo, aplican matrices o hojas de evaluación (“scorecards”) de complejidad variable. Algunos de las evaluaciones han enfocados en un grupo selecto de

objetos de conservación, esencialmente realizando una evaluación biológica integral como la descrita en la sección 4.

5.1. Indicadores de integridad ecológica

En la sección 4.3, presentamos cinco criterios básicos que creemos son importantes para la selección de cualquier indicador biológico; estos criterios aplican igualmente para la identificación de indicadores para la evaluación de la integridad ecológica. Otros autores han también propuesto criterios específicos para este fin. Por ejemplo, Feinsinger (2001) propone las siguientes siete criterios sencillos, más bien reglas, para la selección de indicadores ecológicos y el diseño de programas de monitoreo con el propósito de evaluar la integridad ecológica:

- Un muestreo objetivo (medidas, unidades de evaluación etc.).
- Un muestreo eficiente (flujo de datos permanente, mínimo de preparaciones antes de la toma de datos etc.).
- Cantidad suficiente de los muestreos, esfuerzo mínimo de muestreo (costos, métodos, equipo).
- Existen suficientes conocimientos científicos (taxonomía, ecología, historia natural).
- Sensibilidad (existen datos o estudios preliminares que demuestran la vulnerabilidad del indicador en cuanto a perturbaciones).
- Continuidad (presencia durante todas las temporadas de monitoreo).
- Interés general (conectado a factores de interés para las comunidades rurales afectadas).

Algunos autores proponen que los indicadores seleccionados deben combinar características y elementos del ecosistema de niveles y escalas diferentes, y considerar aspectos biológicos, químicos y físicos (Whitacre 1997). Aspectos biológicos pueden incluir especies, poblaciones, relaciones e interacciones entre especies, capacidad de descomposición de materiales orgánicos y características del bosque. Aspectos químicos pueden incluir calidad de agua, contaminación, química de los suelos, etc. Aspectos físicos pueden incluir flujo de energía, producción primaria, función hidrológica, etc.

Normalmente, una consideración de muchos indicadores, tomando en cuenta un gran número de atributos ecológicos diferentes, resultará generalmente en una estimación más confiable, exacta, detallada y multidimensional de la integridad ecológica del área. Observando solamente ciertas especies, comunidades o gremios ecológicos y excluir por ejemplo atributos ecológicos químicos-físicos (como cantidad y calidad de agua, cobertura boscosa) o actividades humanas, raramente facilitará un resultado completo y realista.

Por otro lado, no tiene mucho sentido monitorear un sin número de atributos ecológicos y cientos de indicadores. Existen límites inevitables de tiempo, personal, fondos, accesibilidad, materiales y equipo. Por eso, el diseño del monitoreo y una selección razonable de indicadores es sumamente importante para el análisis de la integridad ecológica. Hay que pensar siempre en diversificar los indicadores, pero por otro lado hay

que considerar si los esfuerzos requeridos sean realizables y realistas, y si existen conocimientos adecuados para realizar la evaluación en muchos niveles simultáneamente.

i. Poblaciones de depredadores superiores en la cadena alimenticia

En general, casi todos los estudios realizados para estimar la integridad ecológica de ecosistemas enteros están de acuerdo que es un componente muy importante el monitorear poblaciones de ciertos depredadores grandes, en particular mamíferos carnívoros grandes en ecosistemas terrestres. En el caso de Centroamérica, se refiere frecuentemente al jaguar (*Panthera onca*) y al puma (*Puma concolor*) (Whitacre 1997, Sigma Consultores 2011), cuando se trata de bosques en un estado mayormente natural. En los ecosistemas marinos-costeros, los depredadores superiores incluyen las ballenas y delfines, tiburones y peces carnívoros grandes (Stevens et al. 2000, Heithaus et al. 2008).

Los carnívoros grandes tienen efectos importantes en la estructura comunitaria, y frecuentemente son especies altamente amenazadas por su demanda de grandes áreas de hábitat y su vulnerabilidad a la cacería (Whitacre 1997, Heithaus et al. 2008). Muchos científicos opinan que la pérdida de estas especies carnívoras encima de la cadena alimenticia produce una cascada de efectos ecológicos negativos (Terborgh 1992, Estes 1996, Whitacre 1997, Heithaus et al. 2008). En ecosistemas terrestres, la ausencia o reducción significativa de estos depredadores permite un aumento descontrolado de las poblaciones de mamíferos de mediano tamaño (ejemplo: tepezcuintles, pizotes, armadillos y/o cusucos, venados, cabros y depredadores pequeños), los cuales, como consecuencia afectan las poblaciones y la reproducción de un sin número de especies de plantas como árboles, aves, reptiles, anfibios entre otras (Whitacre 1997).

El monitoreo de los depredadores superiores se realiza típicamente por observación directa, por encuestas en las comunidades involucradas, por documentación de especímenes muertos (cacería, accidentes de tráfico ilegal) o – probablemente el método más eficiente y confiable en cuanto a la evaluación estadística – por trampas cámara distribuidas en distancias homogéneas en todo el área monitoreada (Sigma Consultores 2011).

ii. Poblaciones de especies sensibles a perturbaciones en el ecosistema

Para diagnosticar una integridad ecológica intacta, es decir, poco afectada por perturbaciones humanas, hay que comprobar atributos ecológicos relacionados a las especies negativamente sensibles a estas perturbaciones. Estas especies pueden ser sensibles a ciertas formas de contaminación, a fragmentación de sus hábitats, a molestias por visitas humanas frecuentes, o a la cacería (Whitacre 1997). Los atributos ecológicos que se puede considerar monitorear pueden incluir el bienestar o condición de las especies, el tamaño de la población y el éxito de reproducción, y la estabilidad de poblaciones en el tiempo.

Según la ecología y abundancia de estas especies sensibles, hay que desarrollar indicadores apropiados para el monitoreo de ellas. Por ejemplo, la dimensión de la

cacería y su impacto en el ecosistema, lógicamente, se refleja en la frecuencia de observaciones de especies sensibles a cacería en sus hábitats naturales. La abundancia de estas especies sensibles típicamente sería monitoreada por observación (huellas, nidos, excrementos, desechos orgánicos, cadáveres e individuos vivos), por trampas cámara, u otros tipos de trampas puestas en transectos regulares (jaulas, trampas de caída o feromonas), por documentación de cantos (en el caso de aves). Se puede utilizar aparatos técnicos más complicados como detectores de ultrasonido para identificar murciélagos (Whitacre 1997, Sigma Consultores 2011). La presencia o frecuencia de algunos indicadores que son aves se puede lograr a bajo costo, aprovechando el portal en internet “Avian Knowledge Network” (conocido como eBird.org) (Wood et al. 2011), cumpliendo con la condición que las observaciones fueron realizadas en el área manejada o zona que queremos monitorear en cuanto a su integridad ecológica.

Varios grupos de artrópodos igualmente son indicadores sensibles en cuanto al estado natural del ecosistema, y pueden contribuir a la estimación de la integridad ecológica de un ecosistema. Escarabajos tigre (Coleóptera: Cicindelidae), escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) y muchos taxones de mariposas (Lepidóptera) son grupos útiles (Selness 1999, Carr & de Stoll 1999, Feinsinger 2001), entre otros. El monitoreo a través de captura directa, trampas de caída o trampas de cebos es barato y fácil, sin embargo, la identificación de estos grupos (órdenes, familias, subfamilias) requiere conocimientos más avanzados.

En cuanto a las plantas, en la mayoría de ecosistema terrestres naturales con uso y acceso público existen típicamente especies de plantas que pueden servir como indicadores de especies de flora atractivas para la extracción por seres humanos. Para reducir el esfuerzo de este monitoreo y realizarlo de forma manejable para técnicos de campo sin conocimientos botánicos profundos, es recomendable elegir un número pequeño de especies de plantas (dos a tres), las cuales sean atractivas para coleccionistas, hogares privados, vendedores, objetivos comerciales o económicos. Normalmente estas especies de plantas serían por ejemplo orquídeas, palmeras ornamentales, o madera preciosa y de gran valor económico como caoba. Se debe crear indicadores que demuestran pérdidas de individuos de estas especies por medio de extracción ilegal, por ejemplo siguiendo transectos definidos en zonas boscosas. Es importante que dichas especies se encuentren normalmente (bajo condiciones naturales y típicas de la región) en números considerables y una distribución regular, y sean representativas para el estado natural del ecosistema.

Otra forma de sensibilidad se refiere a la contaminación de partes del ecosistema, por ejemplo de cuerpos de agua presentes, de los suelos o del aire. En combinación con indicadores para medir la calidad de agua (normalmente indicadores cualitativos, químicos-físicos), incluir un monitoreo de especies sensibles de estas contaminaciones es altamente recomendable. En cuanto a la integridad ecológica de cuerpos de agua, organismos ideales podrían ser macro invertebrados acuáticos como larvas de libélulas, efemerópteros, plecópteros, entre otros, o anfibios cuyos estados juveniles dependen de agua (Feinsinger 2001). Existen varios índices muy útiles y significativos—pero

normalmente también muy complejos y laborosos —para estimar la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos (Karr et al. 1986, Feinsinger 2001) a través de macro invertebrados acuáticos. Incorporar estos índices a nuestro monitoreo de integridad ecológica, sin embargo, implicaría numerosos muestreos y una evaluación laborosa, la cual normalmente requiere el apoyo por especialistas de estos grupos de invertebrados, o al menos biólogos más capacitados que pueden distinguir entre los grupos principales.

iii. Poblaciones de especies que representan una perturbación en el ecosistema natural

Ecosistemas incluyen comunidades de especies nativas conectadas por su evolución compartida (co-evolución). Estas especies nativas no pueden ser cambiadas por especies exóticas (Woodley 2010). Aunque los ecosistemas siempre han sido colonizados por especies invasivas, la tasa de introducciones causadas por los seres humanos (por maneras directas o indirectas) no se puede tomar como deseable para los objetivos principales de conservación. Ecosistemas con una buena integridad ecológica, definitivamente no son caracterizados ni dominados por especies invasivas, siendo el objetivo básico de las áreas protegidas la protección de la biodiversidad nativa (Woodley 2010). Por estas razones, la presencia de poblaciones considerables de especies invasivas siempre refleja un estado menos natural y una perturbación de la integridad ecológica del ecosistema. Las especies exóticas e invasivas son indicadores negativos útiles para medir la salud de un ecosistema (Feinsinger 2001). El monitoreo de sus poblaciones es un componente inevitable en la estimación de la integridad ecológica de un área.

En este sentido, es importante reconocer las especies exóticas e invasivas correctamente (es decir especies que no pertenecen al inventario nativo y natural de la región), desarrollar métodos adecuados para su observación, colecta y/o documentación de campo, e identificarlos con exactitud (una tarea la cual podría ser difícil en práctica, y requiere normalmente el apoyo por especialistas de taxonomía, por ejemplo en el caso de artrópodos, moluscos, hongos y plantas). A parte de esto, se tiene que obtener conocimientos sobre los inventarios naturales de especies de animales y plantas de la zona respectiva. Este conocimiento incluye la realización de estudios sobre la fauna y flora nativa de dicha zona. Conseguir esta información detallada no siempre es una tarea fácil. Pueden existir estudios viejos y literatura con una distribución muy limitada en círculos académicos. Es muy útil las experiencias de pueblos indígenas con sus conocimientos profundos, desarrollados por las observaciones de muchas generaciones, que fácilmente podrían detectar especies nuevas en su territorio que obviamente no pertenecen a los inventarios de especies observados desde hace muchas generaciones.

5.2. Una propuesta de herramienta para generar un índice de integridad ecológica para Honduras

En esta sección, proponemos una herramienta para evaluar periódicamente la integridad ecológica de un área, en el sentido de la salud del ecosistema o conjunto de ecosistemas presentes. El área evaluada puede ser una reserva o parque nacional, un paisaje

manejado (o de interés), una cuenca, un sistema de áreas protegidas, una eco-región entera, o cualquier área geopolítica, como un país entero. La herramienta está diseñada para poder ser utilizada sin la necesidad de recurrir a estudios caros o complejos. Se puede realizar en base a observaciones formales y/o informales en el área del estudio.

La herramienta toma en cuenta las cinco clases de indicadores de ecosistemas íntegros, descritos anteriormente. Propone generar una evaluación similar a lo disponible para arrecifes por la iniciativa de Healthy Reefs (Arrecifes Saludables 2012). El estado de cada indicador, si es conocido, genera una valorización que se toma en cuenta para la aplicación de un índice de integridad ecológica del área estudiada. Si no se conoce el estado de uno de los indicadores, no se toma en cuenta para la valorización general del índice, pero este hecho contribuye a una valorización secundaria sobre la confiabilidad de la información.

Antes de aplicar esta herramienta, el equipo evaluador o técnico evaluador tiene que definir (1) que área está siendo evaluada y (2) el período de tiempo que está siendo evaluado.

i. Valorización primaria—el estado del área

En el cuadro 5, se aprecia cómo se debe valorar el estado de cinco indicadores. Al correr un proceso de valorización, los participantes deben seleccionar el estado que más adecuadamente describe el indicador en la primera columna. Los diferentes estados posibles generan puntajes diferentes para el área. El rango de puntajes va desde 4 puntos para cada indicador en estado “muy bueno”, a cero puntos para cada indicador en estado “crítico”, como indicado en la primera fila del cuadro 5. Si todos los indicadores están en condición muy buena, se obtendrá una calificación total de 20 puntos (4 puntos por cada uno de los 5 indicadores). Si todos se encuentran en condición crítica, se obtendrá un total de 0 puntos. Sin embargo, es posible que uno o más indicadores no se puede medir por falta de información. Entonces, el puntaje total debe estar dividido por el número de indicadores utilizados. Se utiliza el valor global (puntaje promedio) de los indicadores evaluados para determinar la integridad ecológica del sistema. El rango posible para el valor global es 0.0–4.0, ya que el valor global (promedio) puede caer en cualquier parte de este rango, siendo los umbrales para las calificaciones detalladas en el cuadro 4.

Cuadro 4: Umbrales para las calificaciones de los diferentes estados del índice de integridad ecológica.

Crítico	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno
<0.8	≥ 0.8	≥1.6	≥ 2.4	≥ 3.2

Cuadro 5: Valorización de cinco indicadores para el índice de integridad ecológica.

Indicador de integridad ecológica	Crítico (0 puntos)	Pobre (1 punto)	Regular (2 puntos)	Bueno (3 puntos)	Muy bueno (4 puntos)
<p>(A) Abundancia de depredadores superiores en la cadena alimenticia.</p> <p><i>Ejemplos: jaguares (Panthera onca), pumas (Puma concolor), mazacuata (Boa constrictor), águilas, cocodrilos, tiburones, ballenas, delfines, meros, pargos, etc.</i></p>	<p>Depredadores superiores muy raros o extirpados/ localmente extintos en 100% el área.</p>	<p>Depredadores superiores muy raros o extirpados/ localmente extintos en >70% del área.</p>	<p>Depredadores superiores de algunos taxones reportados con relativa frecuencia, pero otros muy raros o localmente extintos.</p>	<p>Depredadores superiores de varios taxones presentes pero reportados con poca frecuencia.</p>	<p>Depredadores superiores de varios taxones abundantes en >50% del área.</p>
<p>(B) Presencia de especies sensibles a perturbaciones (extracción, cacería, contaminación, destrucción de hábitat, fragmentación, etc.).</p> <p><i>Ejemplos: corales marinos, algunas salamandras, pajuil (Crax rubra), pava (Penelope purpurescens), aves de la Familia Dendrocolaptidae (trepatroncos), aves de la Familia Formicariidae (hormigueros), quetzal, venado cola blanca, venado tilopo, tepezcuintle, chanchos de monte, tapir, orquídea, etc.</i></p>	<p>Todas las especies sensibles son muy difíciles de encontrar o ya extirpadas.</p>	<p>La mayoría de especies sensibles son difíciles de encontrar pero todavía presentes.</p>	<p>Algunas especies sensibles son difíciles de encontrar, mientras otras son fáciles.</p>	<p>La mayoría de especies sensibles son fáciles de encontrar en buenas extensiones del área.</p>	<p>Las especies sensibles son abundantes y diversas, fáciles de encontrar en mayor parte del área (a excepción de aquellas especies que son raras por naturaleza, como el águila arpía).</p>

Indicador de integridad ecológica	Crítico (0 puntos)	Pobre (1 punto)	Regular (2 puntos)	Bueno (3 puntos)	Muy bueno (4 puntos)
<p>(C) Presencia en las áreas naturales de especies exóticas o invasoras, o especies indicadoras de contaminación, destrucción de hábitat u otra perturbación.</p> <p><i>Ejemplos: pez león (Pterois spp.), tilapia, macroalgas carnosas, orquídea africana, gramíneas exóticas, guarumo (Cecropia sp.) el sapo sabanero (Rhinella marina), el capuchino tricolor (Lonchura malacca), garza garrapatera (Bubulcus ibis), zanate (Quiscalus mexicanus), Hemidactylus frenatus (un gecko exótico), mapache (Procyon lotor), especies domesticadas escapadas o ferales (gatos, perros, cerdos, ganado, entre otros), e incluyendo plantas cultivas como café, palma africana, etc.</i></p>	<p>Estas especies son comunes en la mayor parte (>80%) del área.</p>	<p>Estas especies son comunes en 50–80% del área.</p>	<p>Estas especies son comunes en 20–50% del área.</p>	<p>Estas especies son comunes en <20% del área; y/o se encuentran presentes, pero <u>no son comunes</u> en la mayor parte del área (>50%).</p>	<p>Estas especies son comunes en <20% del área; y/o se encuentran presentes pero <u>no son comunes</u> hasta en un 50% del área.</p>
<p>(D) Otros indicadores de un ecosistema dañado.</p> <p><i>Ejemplos: brotes de enfermedades, plagas, incendios, aguas contaminadas, servicios ecosistémicos degradados, etc.</i></p>	<p>Indicadores se han presentado múltiples veces o en múltiples sitios, o en grandes extensiones (>5%) durante el período de evaluación.</p>	<p>Indicadores se han presentado una o pocas veces, en importantes extensiones (3–5%) del área durante el período de evaluación.</p>	<p>Indicadores se han presentado una o pocas veces, en extensiones considerables (1–3%) del área durante el período de evaluación.</p>	<p>Indicadores se han presentado una o pocas veces, en extensiones menores (<1%) del área durante el período de evaluación.</p>	<p>Indicadores no se han presentado durante el período de evaluación.</p>

Indicador de integridad ecológica	Crítico (0 puntos)	Pobre (1 punto)	Regular (2 puntos)	Bueno (3 puntos)	Muy bueno (4 puntos)
(E) Cambio reciente en la extensión de ecosistemas naturales en el paisaje <i>Este indicador permite detectar deforestación, dragado, avance de áreas urbanas, construcción de carreteras, represas, etc.</i>	Se ha perdido >2% de la extensión de los ecosistemas naturales durante el período de evaluación.	Se ha perdido 1–2% de la extensión de los ecosistemas naturales durante el período de evaluación.	Se ha perdido hasta 1% de los ecosistemas naturales durante el período de evaluación.	Extensión de los ecosistemas naturales no ha disminuido durante el período de evaluación.	Ecosistemas naturales cubren mayor área comparado a una evaluación de 5–10 años en el pasado.

ii. Valorización secundaria—la confiabilidad de los resultados

Un importante aspecto a la aplicación de la valorización primaria descrita anteriormente, es que el valor global del sistema es más preciso con la inclusión de todos los indicadores. Si se calcula el valor global en base de menos indicadores, existe el riesgo de que el valor global sea demasiado sesgado por los particulares indicadores incluidos en el análisis. Por ejemplo, si una cobertura boscosa de un área protegida (Indicador E) se ha mantenida igual durante los últimos 5 años, genera un valor de 3 puntos (Buena Integridad Ecológica). Pero si cazadores y saqueadores han eliminado las especies cinegéticas dentro del bosque, como venados, pacas y pavas, y llevado a la extinción local a algunas orquídeas (Indicador B), el valor para indicador B será 1 punto (Pobre). Al no incluir indicador B en el análisis, el valor global podría ser Buena. Al incluir Indicador B, el valor global será sólo Regular.

Para reflejar la falta de precisión que se genera a eliminar uno o más indicadores, se propone que la calificación del índice de integridad ecológica sea presentada junto con una valorización de la confiabilidad de los resultados. Ya que hay cinco indicadores, la valorización de confiabilidad representará la cantidad de indicadores medidos y tomados en cuenta para la evaluación, según el cuadro 6.

Cuadro 6: Cómo asignar valores para grado de confiabilidad del índice de integridad ecológica.

Número de indicadores evaluados	Grado de confiabilidad
1	Muy pobre
2	Pobre
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Al momento de aplicar esta herramienta, el técnico encargado deberá documentar en un reporte técnico o ayuda de memoria, las fuentes de información utilizadas para las

calificaciones de cada indicador. Esta información será importante para poder evaluar el grado de confiabilidad y servirían de insumos valiosos para futuras aplicaciones de la herramienta.

5.3. Pasos a seguir para aplicar la herramienta de integridad ecológica en un área manejada

Presentamos en esta sección una lista de pasos a seguir para evaluar la integridad ecológica en un área bajo manejo:

1. Recoger literatura de los últimos cinco años sobre la biodiversidad (flora y fauna, ecosistemas, etc.) del paisaje bajo evaluación, y amenazas a esta biodiversidad (como la frecuencia de incendios forestales, por ejemplo):
 - a. La literatura podría incluir planes de manejo, planes de conservación, estudios publicados, informes técnicos de proyectos, tesis de grado o de posgrado, reportes disponibles en línea de bases de datos de ciencia ciudadana (como por ejemplo, la lista de aves para el sitio disponible en eBird.org, que se actualiza diariamente con reportes de usuarios de este sitio web). En especial, se tiene que tratar de determinar si existe una evaluación previa de la integridad ecológica.
 - b. Si existe un Plan de Investigación y Monitoreo (PIM) para el área, este debe ser consultado, para conocer cuáles estudios fueron planificados para el área. Algunos pueden estar en curso y no tener resultados todavía, pero las personas ejecutando estos proyectos pueden tener información valiosa para poder aplicar la herramienta.
2. Convocar a un taller participativo para aplicar la herramienta de integridad ecológica:
 - a. Invitar a este taller expertos que deben incluir personas con amplia conocimiento de la situación actual o reciente (<5 años) de la biodiversidad en el área. En particular, deben incluir biólogos o científicos que han completado estudios de campo durante los últimos 5 años. También pueden incluir guardarecursos o técnicos de proyectos que han trabajado dentro de la zona durante los últimos 5 años. Si hay miembros de la comunidad que son observadores y conocedores de los recursos naturales de la zona, pueden también participar.
 - b. Invitar también a personas muy interesadas en los resultados del taller, aunque estos no tengan su propio conocimiento de la situación actual de la biodiversidad o del área en particular. Este grupo de personas podría incluir a supervisores administrativos, representantes de empresas que patrocinan actividades de conservación en el área, o periodistas interesados en el tema ambiental. En caso de que no participen, se tiene que considerar compartir con ellos los resultados.

3. Al inicio del taller, acordar con los participantes cuales paisajes del área serán evaluados durante el mismo taller. Por ejemplo, se puede analizar paralelamente la zona núcleo y la zona amortiguamiento de un área protegida. O se puede analizar diferentes ecosistemas dentro del paisaje de interés, paralelamente. Durante la fase de prueba de esta herramienta, se logró analizar hasta cinco sub-paisajes durante una jornada de trabajo.
4. Durante el taller, se deben tomar notas detalladas de los argumentos y justificaciones brindadas por los participantes para asignar valores a cada indicador.
5. Durante el taller, se debe utilizar un formato electrónico para registrar los valores acordados para cada indicador. Este formato u hoja de cálculos deberá estar disponible en ICF, departamento de Áreas Protegidas, o de otras personas con experiencia previa en aplicar la herramienta.
6. Inmediatamente después del taller, revisar las notas tomadas, e incluirlas en una memoria o reporte técnico del resultado del análisis de integridad ecológica. La inclusión de las notas o justificaciones acordadas durante el taller es importante, en caso que nueva información sea encontrada y que refute algunos supuestos y justifique otros valores para los indicadores, que puede cambiar el resultado. En este caso se puede publicar o divulgar una fe de errata para la memoria del taller.
7. Para áreas protegidas, será recomendable aplicar la herramienta de integridad ecológica cada dos o cuatro años, de preferencia en coordinación con las actualizaciones bianuales de los planes de investigación y monitoreo que se programa en coordinación con la preparación de los planes operativos. El mismo grupo de expertos que se convocan para la preparación (o actualización) de los planes de investigación y monitoreo pueden participar también en la aplicación participativa de la herramienta de integridad ecológica.

Resumen Sección 5: Monitoreo de la integridad ecológica

Un sistema ecológico tiene integridad y es capaz de sobrevivir cuando sus características dominantes se encuentran dentro de un rango natural de variación y pueden resistir y recuperarse de las perturbaciones naturales o antropogénicas. Sin embargo, muchas veces no se conocen los rangos naturales de variación. Tampoco es realista llevar a cabo mucho trabajo de campo para determinar estos rangos y conocer la situación exacta de los ecosistemas naturales.

En esta sección se propone una herramienta sencilla para evaluar periódicamente, a bajo costo, la integridad ecológica en un área de interés (parque nacional, reserva nacional o privada, paisaje manejado, cuenca, etc.), a base de un taller participativo y consultas con expertos sobre la biodiversidad y situación del área. La herramienta toma en cuenta cinco clases de indicadores de ecosistemas íntegros y descritos en las secciones anteriores. El índice propone dos valorizaciones: (1) el estado del área y (2) confiabilidad de los resultados. Se recomienda que antes de aplicar la herramienta, el equipo o técnico evaluador defina el área que estará siendo evaluada y el periodo de tiempo a evaluar. Se recomienda aplicar la herramienta en áreas protegidas cada 2 o 4 años, en coordinación con las actualizaciones de los planes de investigación y monitoreo para las áreas.

6. ¿Cómo crear un programa de monitoreo? (sugerencias para manejadores de paisajes)

Uno de los retos más grandes para realizar un programa de monitoreo es el financiamiento. El monitoreo implica vigilancia de largo plazo, teóricamente de forma permanente. Iniciar un programa de este tipo implica un compromiso de financiar actividades más o menos constante en el tiempo. Sin embargo, este compromiso puede generar una enorme carga financiera, que generalmente no es viable para las instituciones de manejo de áreas o paisajes manejados en Honduras y otros países en proceso de desarrollo. ¿Cuál es la solución?

Identificamos cinco posibles soluciones para la gestión de financiamiento sostenible. Estas soluciones incluyen (1) un fondo patrimonial, (2) el apoyo de uno o más patrocinadores locales, (3) la formación de alianzas con investigadores de instituciones académicas (o similares), (4) la identificación de proyectos que pueden ser monitoreados ocasionalmente, y (5) el aprovechamiento de científicos ciudadanos y otros voluntarios para la colecta de datos. Estas soluciones se explican en la siguiente sección (sección 6.1). Más adelante, se presenta la forma de planificar su programa de monitoreo, tomando en cuenta las necesidades identificadas en el Plan de Manejo para el área de interés, y el Plan de Investigación y Monitoreo (sección 6.2).

6.1. Gestión de financiamiento sostenible para un programa de monitoreo

Es importante tener un plan de financiamiento sostenible antes de iniciar un programa de monitoreo. Sin este plan, hay gran riesgo que el apoyo para el programa termine en algún momento, y todo el esfuerzo invertido (posiblemente durante años y a gran costo) podría perderse. Se han identificado 5 estrategias para lograr financiamiento sostenible para un programa de monitoreo.

i. Un fondo patrimonial

El fondo patrimonial es ideal porque genera intereses cada año que se usan para la ejecución de proyectos. Se requiere una gran inversión al inicio y luego el cuidado de fiduciarios que aseguran que se invierte de manera para que genera créditos y a la vez que no se pierden los fondos iniciales. Hay tres grandes problemas que hace que este tipo de financiamiento no sea tan factible. Primero, las tasas de interés para inversiones en años recientes han caído de tal forma, que solamente inversiones arriesgadas generan intereses que valen la pena. Segundo, hay muy pocos donantes dispuestos de realizar donaciones a un fondo patrimonial para proyectos que posiblemente no generan resultados durante muchos años, y que al final de cuentas pueden ser resultados de poca importancia. Tercero, tradicionalmente el fondo patrimonial se considera el tipo de financiamiento más difícil de obtener, por lo cual no recomendamos invertir mucho esfuerzo o esperanza en esta oportunidad.

ii. Patrocinio local

Este tipo de financiamiento es lo más factible. Se recomienda buscar alianzas con empresas locales que están dispuestos de financiar costos recurrentes del programa de monitoreo, durante el largo plazo. Muchas veces, la empresa local beneficia de alguna manera en conocer los resultados del monitoreo. Por ejemplo, un hotel puede beneficiarse al contar con mayor información sobre el estado de la flora y fauna, porque utiliza esta información para promover sus servicios y atraer turistas. Igualmente, una empresa embotelladora puede beneficiar con conocer el estado de los ríos en un área.

iii. Estudios que permiten colecta de datos ocasionales

La realidad es que mantener el financiamiento para un programa de monitoreo puede ser muy difícil. Por eso, es bueno tener un diseño de monitoreo que permite la colecta de datos ocasionales, por ejemplo, cuando se disponen de financiamiento. Es recomendable desarrollar protocolos que permiten pulsos de colecta de datos, sin depender de un programa fijo en el tiempo. Los protocolos deben ser desarrollados con la colaboración de investigadores capacitados en diseño de estudios de campo y métodos analíticos.

iv. Alianzas con investigadores

Cada monitoreo requiere un protocolo, o metodología que permite que múltiples técnicos o personas colectan datos de la misma forma. Los protocolos son claves, porque si los datos no se colectan de la forma correcta, será imposible utilizarlos para el análisis de datos. Los protocolos deben de ser diseñados por investigadores profesionales, quienes también diseñarán como analizar los datos. Para lograr la participación de investigadores, es recomendado que la institución interesada en realizar el monitoreo entre en alianza con uno o más investigadores, durante el largo plazo. Para evitar el costo laboral de contratar un investigador tiempo completo, se puede buscar convenios de colaboración con instituciones que ya tienen contratados a los investigadores.

v. Ciencia ciudadana y voluntarios

Otra manera de lograr monitoreo sin incurrir en muchos costos es aprovechar de herramientas existentes para ciencia ciudadana, las cuales pueden ser utilizadas tanto por los técnicos de la institución como por guardarrecursos, voluntarios, y otros interesados.

- **Ciencia ciudadana:** Se puede promover el uso de herramientas en línea para ciencia ciudadana. Por ejemplo, un mecanismo disponible para el monitoreo de aves es eBird.org, donde los voluntarios pueden subir datos en localidades de su opción y relacionarlos con una medida de esfuerzo (tiempo de observación, área censada, distancia caminada, etc.). En este sitio, se puede establecer sitios compartidos de interés de monitoreo, para que múltiples observadores contribuyen sus datos al mismo sitio. Luego se puede visualizar los datos separados por año, para poder detectar algún cambio.

- **Voluntariado:** Los voluntarios que contribuyen a sistemas como eBird.org pueden ser turistas, o pueden ser participantes de un programa organizado de voluntariado. Programas de voluntariado son complicados porque requieren la presencia de un coordinador que puede facilitar aspectos logísticos de los voluntarios. Igualmente, voluntarios frecuentemente requieren supervisión. Estos tipos de programas llevan costos (de coordinación y supervisión), que deben ser considerados antes de solicitar la llegada de los voluntarios.

6.2. Preparar un plan de investigación y monitoreo

Según el Manual de Procedimientos para la Elaboración de los Planes de Manejo del SINAPH (ICF/DAP 2009), toda área protegida debe contar con un plan de investigación y monitoreo para proveer la información requerida para un adecuado manejo de los recursos naturales del área protegida.

El objetivo primordial de un plan de este tipo, es guiar a los manejadores y co-manejadoras de las áreas protegidas en el desarrollo de investigaciones prioritarias, las cuales proporcionen información relevante que sirva para el manejo adecuado de las áreas protegidas. Los planes de investigación y monitoreo deben detallar las investigaciones necesarias y previstas para los periodos estipulados en el marco del plan de manejo, realizando revisiones periódicas según lo estipula los planes operativos elaborados específicamente para cada área. En el plan de investigación y monitoreo deben identificarse las prioridades de investigación bajo la escala de muy alto, alto, medio y bajo, para así orientar a los manejadores y co-manejadores cuales son las investigaciones que necesitan ser realizadas con mayor prioridad o prontitud.

Un ejemplo de la estructura a seguir para la elaboración de los planes de investigación y monitoreo es presentado en el cuadro 7. Es importante que cada plan, incluya dentro de sus componentes, aquellos que respondan a los indicadores de la herramienta de efectividad de manejo, los cuales son (1) investigación ambiental y socioeconómica, (2) monitoreo biológico integral y (3) conocimiento de los recursos naturales.

Cuadro 7: Bosquejo de contenidos para el plan de investigación y monitoreo.

Sección	Descripción
Reconocimientos	Agradecimientos a revisores, colaboradores e instituciones que han apoyado el proceso, ya sea técnicamente o financieramente (si es muy extenso esta sección, incluirlo como anexo).
Resumen	Un párrafo resumen del plan de investigación, desde objetivos, hasta sus componentes.
Introducción	Generalidades, justificación y objetivo del plan.

Sección	Descripción
Recursos naturales y socio-económicos del área protegida	Descripción del área protegida, recursos naturales y biológicos disponibles, recursos y aspectos socio-económicos, importancia del AP para la comunidad de investigadores (incluir mapa de ubicación del AP).
Componentes del Programa de Investigación y Monitoreo	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="492 390 1458 527">1. Investigación ambiental, socio-ambiental y socio-económica—incluir listado de investigaciones ambientales, socio-ambientales y socioeconómicas identificadas como de muy alta y alta prioridad para el AP y una breve descripción de las mismas. <li data-bbox="492 558 1458 726">2. Monitoreo Biológico Integral—incluir descripción de los objetos de conservación seleccionados para el AP y resumen del análisis de viabilidad (tomado de los informes de PCA). Incluir también el listado de monitoreos biológicos identificados como de muy alta y alta prioridad para los objetos de conservación y una descripción de los mismos. <li data-bbox="492 758 1458 852">3. Conocimiento de los Recursos Naturales—incluir listado de los inventarios de flora y fauna identificados como de muy alta y alta prioridad para aumentar el conocimiento de los RRNN del AP y una descripción de los mismos. <li data-bbox="492 884 1458 1094">4. Comunicación—en este componente debe incluirse las acciones o actividades identificadas como necesarias para la promoción del área protegida, tales como (a) creación de una página web del AP, (b) creación de una base de datos de las investigaciones realizadas en el AP, (c) fomentar las publicaciones de las investigaciones realizadas y divulgación de resultados. También puede incluirse la promoción de ciencia ciudadana. <li data-bbox="492 1125 1458 1251">5. Convenios y voluntariado—dependiendo de la visión de los co-manejadoras y las características específicas del AP, este componente puede dividirse, es decir, un componente de convenios y un componente para voluntariado. <li data-bbox="492 1283 1458 1419">6. Gestión para la investigación—en esta sección debe detallarse la estrategia de búsqueda de fondos para aquellas investigaciones identificadas como prioritarias para el AP. También, puede incluirse la estrategia para brindar apoyo con trámites logísticos y de permisos para investigadores. <li data-bbox="492 1451 1458 1587">7. Infraestructura—debe incluirse aquella infraestructura identificada como necesaria para apoyar y promover la investigación en el AP, por ejemplo: (a) parcelas permanentes de investigación, (b) estación científica, y (c) torres de observación.
Asignación de roles institucionales	Aplica para AAPP con múltiples co-manejadores.
Cronograma de actividades	Distribución de investigaciones y actividades a lo largo de la duración del plan de investigación.

Sección	Descripción
Literatura citada	Listado de las referencias bibliográficas utilizadas en el documento.
Anexos	Incluir en los anexos el listado completo de los estudios a realizar y su nivel de prioridad (muy alto, alto, medio, bajo). También un listado de los estudios ya realizados en el AP y que se encuentran publicados y disponibles en la web. Un tercer anexo será colocar los análisis de avance de inventarios de flora y fauna (dependiendo de la información disponible).

Resumen Sección 6: ¿Cómo crear un programa de monitoreo?

En esta sección se identifican cinco posibles soluciones para la gestión de financiamiento sostenible para programas de monitoreo: (1) fondo patrimonial, (2) apoyo de patrocinadores locales, (3) formación de alianzas, (4) estudios con colectas de datos ocasionales, y (5) ciencia ciudadana y voluntariado.

Toda área protegida debe contar con un plan de investigación y monitoreo, por lo que en esta sección también se presenta un ejemplo de estructura a seguir para la elaboración de dichos planes. Es importante recalcar que en estos planes deben identificarse las prioridades de investigación, con el objetivo de guiar a los manejadoras y co-manejadores en la gestión de las mismas. Cada plan debe contar con componentes que respondan a los indicadores de la herramienta de efectividad de manejo: (1) investigación ambiental y socioeconómica, (2) monitoreo biológico integral, y (3) conocimiento de los recursos naturales.



7. Literatura citada

AGRRRA. 2006. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment Protocol. V2 at www.agrrra.org.

Carr, A. & de Stoll, A.C. (eds.) 1999. Monitoreo biológico en la Selva Maya. The Wildlife Conservation Society. Chiapas, México. 51 pp.

CMP. 2007. Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. Versión 2.0. Conservation Measures Partnership-CMP.

Estrada, N. 2007. Monitoreo de la Integridad Ecológica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. Revisión y Ajustes Metodológicos. Departamento de Áreas Protegidas y Vida Silvestre (DAPVS), Administración Forestal del Estado (AFE-COHDEFOR). 53 pp.

Feinsinger P. 2001. Designing field studies for biodiversity conservation. Island Press. Washington D.C. 212 pp.

Figueroa, R., C. Valdovinos, E. Araya & O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76: 275–285.

Granizo, T., Molina, M., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., & otros. 2006. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito: The Nature Conservancy.

Guevara, M. 2011. Insectos acuáticos y calidad del agua en la Cuenca y embalse del río Peñas Blancas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN–0034–7744)* Vol. 59 (2): 635–654.

Heithaus, M. R., Frid, A., Wirsing, A. J., & Worm, B. 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in Ecology & Evolution.* 23 (10): 202–210.

Herrera, B. & L. Corrales. 2004. Midiendo el éxito de las acciones en las áreas protegidas de Centroamérica: evaluación y monitoreo de la integridad ecológica. PROARCA/APM, Guatemala de la Asunción, Guatemala. 44 pp.

ICF. 2009. El Plan Estratégico del SINAPH 2010–2020. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente y el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. 73 pp.

ICF/DAP. 2009. Manual de Procedimientos para la elaboración de Planes de Manejo en las Áreas Protegidas del SINAPH. Instituto de Conservación Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre/Departamento de Áreas Protegidas. Tegucigalpa, Honduras. ISBN 978–99926–789–2–3. 78 pp.

Iniciativa Arrecifes Saludables. 2012. Reporte de la salud ecológica del arrecife mesoamericano. Healthy Reefs org., América Central. 22 pp.

Karr, J.R. & Chu, E.W. 1997. Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle, W.A. 149 pp.

Kay, J. 2001. The ecosystem approach to monitoring integrity. In: Pimentel, D., Westra, L. & Noss, R. F. (eds.): Ecological Integrity: Integrating Environment, Conservation, and Health. Island Press, Washington D.C. 448 pp.

Komar, O. 2013. Estrategia de Monitoreo Biológico en Honduras 2013–2023. SINFOR, ICF y USAID ProParque. 29 pp.

La Gaceta. 2008. Poder legislativo decreta Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Decreto no. 156-2007. La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras No. 31,544: A1–A47.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

Naciones Unidas. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 30 pp.

Parrish, J.D., Braun, D.P. & Unnasch, R.S. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53(9): 851–860.

Portillo, H., Secaira, E., & Lara, K. 2013a. Plan de Conservación del Parque Nacional Montaña de Celaque: Basado en Análisis de Amenazas, Situación y del Impacto del Cambio Climático, y Definición de Metas y Estrategias. ICF, USAID ProParque y MAPANCE/PROCELAQUE. 46 pp.

Portillo, H., Secaira, E. & Lara, K. 2013b. Plan de Conservación del Parque Nacional La Tigra: Basado en Análisis de Amenazas, Situación y del Impacto del Cambio Climático, y Definición de Metas y Estrategias. ICF, USAID ProParque y AMITIGRA. 50 pp.

Rosenberg, D.M. & V.H. Resh. 1993. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, p. 1–9. In D.M. Rosenberg, V.H. Resh (eds.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, Nueva York, EEUU.

Secaira, E. 2013. Análisis y Síntesis de los Planes de Conservación Elaborados para 10 Áreas Protegidas de Honduras: Basados en Análisis de Amenazas, Situación y del Impacto del Cambio Climático, y Definición de Metas y Estrategias. ICF y USAID ProParque. 57 pp.

Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2012. Hojas de datos del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Servicios Ecosistémicos. Descargado el 13 de Julio de 2013. Disponible en: <http://www.cbd.int/2011-2020/learn/factsheets/>

Selness, A. 1999. Tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) as an indicator taxon of environmental quality in Minnesota State parks. Minnesota Department of Natural Resources. 11 pp.

Stevens, J.D. Bonfil, R., Dulvy, N.K. & Walker, P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*. 57:476–494.

Sigma Consultores. 2011. Evaluación de la Integridad Ecológica: Parque Nacional Patuca, Reserva de Biósfera Tawahka Asangni y la Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano. Proyecto Reserva de Biósfera Transfronteriza Corazón del Corredor Biológico Mesoamericano, SERNA e ICF, Honduras. 80 pp.

SERNA. 2001. Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción. Dirección General de Biodiversidad, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. 70 pp.

Springer, M., A. Ramírez & P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. *Rev. Biol. Trop. Suppl.* 58 (Supl. 4).

The Nature Conservancy (TNC). 2000. Esquema de las cinco S para la conservación de sitios: un manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en conservación. Volumen 1. Segunda edición. 59 p.

Terborgh, J. 1990. The role of felid predators in neotropical forests. *Vida Silvestre Neotropical* 2: 3–5.

Terborgh, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24: 283–292.

Tierney, G.L., Faber-Langendoen, D., Mitchell, B.R., Shriver, W.G. & Gibbs, J.P. 2009. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(6): 308–316.

Whitacre, D. 1997. An ecological monitoring program for the Maya Biosphere Reserve. Report to the U.S. Agency for International Development and el Consejo Nacional de Areas Protegidas de Guatemala. 108 pp.

Wood, C., Sullivan, B., Iliff, M., Fink, D., & Kelling, S. 2011. eBird: Engaging Birders in Science and Conservation. *PLoS Biol* 9(12): e1001220.

Woodley, S. 2010. Ecological Integrity and Canada's National Parks. *The George Wright Forum* 27(2): 151–160.

Woodley, S., Kay, J. & Francis, G. (eds.) 1993. *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems*. St. Lucie Press, Delray, Florida. 232 pp.

USAID ProParque

Col. Alameda

Edificio Cooperativa ELGA, 4to piso

Tegucigalpa, Honduras