



CAPÍTULO II



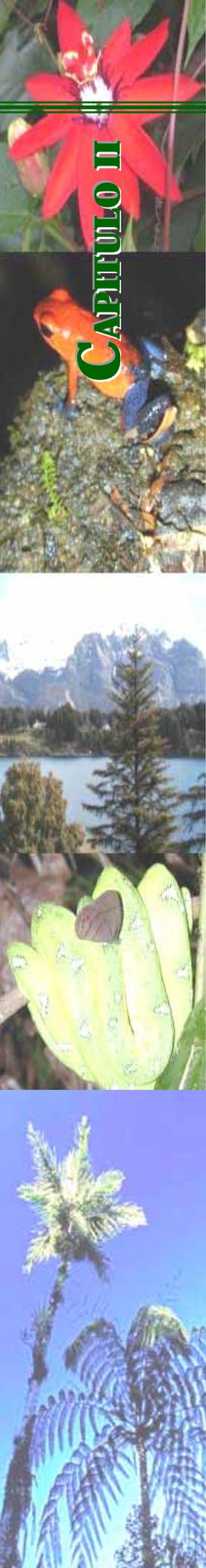
INTRODUCCIÓN

Por: Ph.D. Robert Vides

El manejo de las áreas protegidas requiere de una base sólida en los conocimientos biológicos y ecológicos, que permita la toma de decisiones de forma eficiente y eficaz, frente a los problemas y amenazas que se presentan. En el contexto del manejo adaptativo, el cual asume que el manejo de los recursos naturales es siempre experimental y que vamos aprendiendo a medida que los manejamos, el monitoreo biológico y ecológico se transforma en una herramienta imprescindible en la toma de decisiones por parte de los administradores de las áreas protegidas. En esta sección, tendremos oportunidad de repasar los principales conceptos teóricos y prácticos provenientes del campo de la biología (en particular de la biología de la conservación) y de la ecología (en particular la ecología de ecosistemas y comunidades), que permita sentar las bases para el manejo y monitoreo de las áreas

protegidas. De esta manera, nos introduciremos en los conceptos de niveles y componentes de biodiversidad y los elementos necesarios para su monitoreo. También analizaremos los factores que inciden negativamente sobre el mantenimiento de la biodiversidad a largo plazo y que afectan la viabilidad de las poblaciones y la integridad de los ecosistemas, tales como la fragmentación de hábitat, la sobreexplotación de los recursos silvestres, el sobre uso de las áreas protegidas sometidas al turismo, los cambios de escenarios climáticos, etc. Luego de repasar tales conceptos, abordaremos los diferentes enfoques de manejo y el rol del monitoreo en el marco del manejo adaptativo. Así, revisaremos la base teórica del monitoreo, las diferentes técnicas y métodos desarrollados para su aplicación y la manera de diseñar un sistema o protocolo de monitoreo para un área protegida.





PRINCIPIOS ECOLÓGICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

Por: Ph.D. Roberto Vides

¿Por Qué Criterios Ecológicos Y Biológicos Para El Manejo De Áreas Protegidas?

Para contestarnos esta pregunta, debemos recordar los objetivos de conservación de las áreas protegidas: Mantener la máxima diversidad de especies

Conservar la integridad del funcionamiento de los ecosistemas
Proteger las especies que tienden a desaparecer

Sin embargo, existen entonces una serie de interrogantes a tener en cuenta para poder cumplir con tales objetivos. Por ejemplo en el caso de mantener la máxima diversidad:

- A qué nivel? especies? hábitat? genes?
- Máxima u óptima?
- Cómo la mido o logro estimarla?
- Cómo la valoro?
- Cuál es la viabilidad en el tiempo?
- Cuáles factores la afecta?

En cuanto a conservar *la integridad funcional de los ecosistemas*, se nos presentan dudas teóricas y prácticas difíciles de resolver, tales como:

- Cuáles ecosistemas?
- Cómo los clasifico?
- Cuáles son sus límites?
- Cuáles son sus componentes?
- Cómo funcionan?
- Cuáles son los procesos claves?

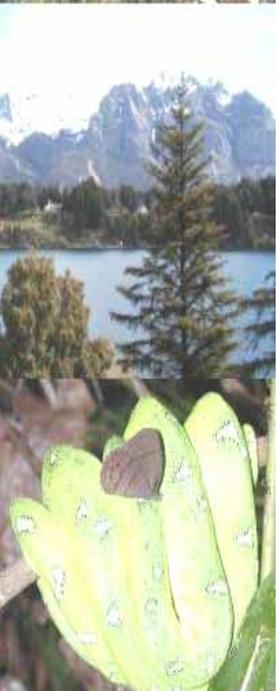
- Cuál es la integridad, elasticidad, flujos energéticos, estados sucesionales, etc.?

En cuanto a proteger a las especies que tienden a desaparecer, tenemos que aclarar dudas básicas, como por ejemplo:

- Qué es una especie? Concepto biológico, cladístico, filogenético, evolutivo, ecológico?
- Cuáles especies?
- Cuál es el tamaño de las poblaciones viables?
- Qué es una población "viable"?
- Cómo se calcula la viabilidad?
- Cuáles factores determinan su permanencia?
- Cuál es el estado demográfico y genético?
- Cuáles son sus recursos claves? etc.

Gran parte de las respuestas a estas preguntas han surgido de la ecología y de la biología de la conservación. Y este crecimiento de las disciplinas vinculadas al manejo y la conservación de los recursos naturales, ha sido consecuencia de las crisis que afectan a la biodiversidad.

- Extinción de especies: La tasa de extinción actual es 100 a 10.000 veces superior a la natural



- Destrucción y fragmentación de los hábitat: Que conducen a la reducción de hábitat disponibles para las especies que aún persisten fortaleciendo los vórtices de extinción
- Cambios climáticos globales: Que determinarán una reducción masiva de la biodiversidad planetaria inclusive de aquella resguardada en las Áreas Protegidas.

Veamos entonces los Principios y Postulados de la Biología de la Conservación que tienen total relación con el diseño y la administración de las Áreas Protegidas:

PRINCIPIOS Y POSTULADOS

- Las comunidades naturales son producto de la evolución (aunque hay puntos de vista divergentes, ampliar)
- Las especies poseen interacciones fuertes, tal que la extinción de una repercutirá en otras (discutir)
- Los ecosistemas no se encuentran en equilibrio (ver más adelante)

PROSPECTIVA

Con base en los principios y postulados de la Biología de la Conservación y a las necesidades urgentes que debe afrontar la biodiversidad en las próximas décadas, es necesario enfocar los esfuerzos en cuatro grandes áreas temáticas, vinculadas al conocimiento, preservación y restauración de la diversidad biológica del planeta:

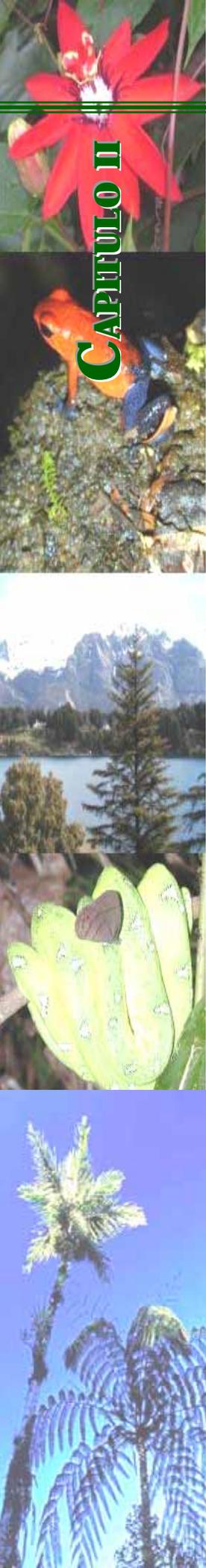
Relevar y describir la diversidad biológica. Se conoce entre el 2-20% de la diversidad total y sólo el 1% de ellas se a descrito su biología. Para describir 10 millones de especies se

requieren 25.000 vidas profesionales (taxónomos de 1^{rea} línea) que trabajen a una tasa de 10 especies/año, con una vida profesional útil de 40 años. Demorarán al menos 50 años (por Ej. sólo hay unos 1.500 sistemáticos expertos en la biodiversidad tropical)

Conservar ex situ. A través de Bancos de semillas (pero el 20% de las plantas conocidas, unas 50 mil, son recalcitrantes). Bancos de tejidos. Jardines Botánicos (hay alrededor de 1300 en el mundo) y Jardines Zoológicos (albergan hoy al 13% de las especies de vertebrados terrestres – unas 3.000 – con unos 540 mil individuos)

Conservar in situ. Conservar los ecosistemas naturales mediante la adecuada planificación del uso del suelo y el ordenamiento del territorio. Si nos enfocamos solamente en áreas protegidas, sólo estaremos manteniendo una parte de la biodiversidad: por Ej. el 4.3 % del mundo se encuentra protegida y la meta es el 10%. Sin embargo, los problemas centrales están relacionados a la viabilidad al largo plazo por: Tamaños pequeños y aislamiento de las áreas protegidas, invasión de gente e incremento de la pobreza en sus periferias y Cambios climáticos globales.

Restaurar. Desarrollar métodos y técnicas para restaurar hábitat, poblaciones y procesos ecológicos. Factor limitante: desconocimiento sobre la composición, estructura y funcionamiento de los sistemas naturales.



CAPÍTULO II

BASES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DEL MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS

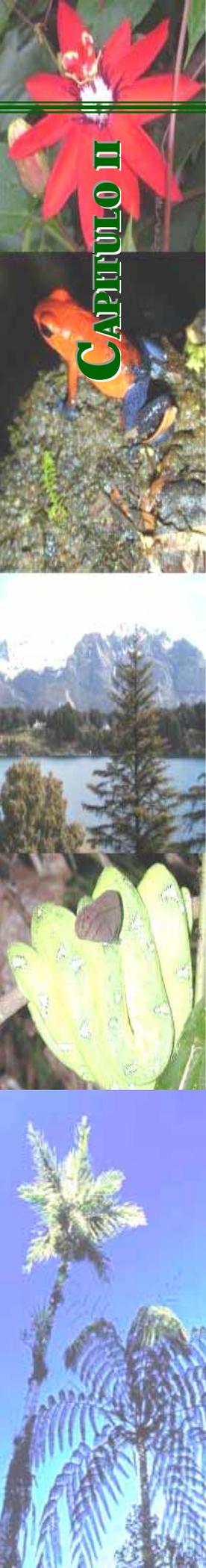
Biodiversidad: Conceptos Y Definiciones

Biodiversidad es la variabilidad de la vida, en todas sus formas, niveles, combinaciones e interacciones (modificado según Glowka et al. 1996). El elemento más tangible de la biodiversidad es el número de especies o riqueza. Aún es desconocido el número real de especies que existen en el planeta. Se considera que la tierra contendría alrededor de 5 a 80 millones de especies, de acuerdo a diferentes estimaciones, de las cuales sólo entre 1.4 y 1.7 millones han sido descritos por la ciencia. De los grupos taxonómicos mejores conocidos se encuentra el de las plantas superiores, con 250.000 especies descritas de un total estimado de 300.000. De los grupos menos conocidos se encuentran los hongos (70.000 descritos frente a 1 millón estimado), Arácnidos (75.000 descritos frente a 750.000 especies estimadas) y el de Insectos (con 950.000 especies identificadas frente a 8 millones de especies se creen existen). Otros conceptos y definiciones, apuntan a especificar los tipos de diversidad de acuerdo a la escala de muestreo de especies en los ecosistemas. De esta manera, tenemos a la: **Diversidad alfa** (Huston 1994): definida como la riqueza de especies; diversidad dentro de un área determinada: Se expresa como el número de especies de un cierto grupo taxonómico en un área definida o a través de un índice que relaciona la distribución de las abundancias en

el conjunto de especies; **Diversidad beta** (Whittaker 1977; Bisby 1995): (diversidad entre áreas) indica el grado de reemplazamiento de especies en un gradiente de hábitats o ambiental. No se puede expresar en números de especies sino en una proporción o a través de un índice de similitud; **Diversidad gamma** (según Whittaker 1972,1977): (diversidad paisajística) la diversidad de un área muy grande que puede albergar diferentes tipos de hábitats, también definida (según Pimm 1981) como la tasa de sustitución de especies a una escala geográfica dentro de un mismo tipo de ecosistema. Otro concepto relacionado es el de **Ecodiversidad** (Barthlott et al. 1999), que corresponde a una combinación de biodiversidad y geodiversidad. En cierta medida, se trata de la diversidad a nivel de paisaje pero no referido a especies, sino a tipos de geofomas y unidades de vegetación correspondientes. La definición de **Geodiversidad** es la variabilidad geofísica en un ecosistema, paisaje o hábitat.

Biodiversidad: Niveles Y Componente

La biodiversidad se encuentra representada en la biosfera a diferentes niveles, cada uno con sus componentes de composición, estructura y función. Recordemos que las áreas protegidas constituyen muestras de diferentes niveles de la biodiversidad. Según la representación de los componentes de cada nivel dentro del área y del



CAPÍTULO II

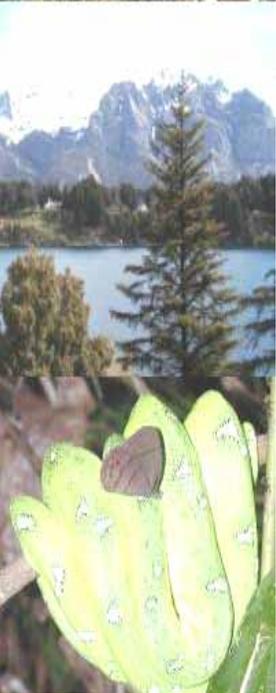
grado de interacción con el paisaje circundante, las áreas protegidas tendrán menor o mayor viabilidad de mantenerse como muestras de biodiversidad a diferentes escalas. Estos niveles de organización son: ecosistemas, paisaje, comunidades bióticas, poblaciones y composición genética de las poblaciones. Cada nivel cuenta con tres componentes

intrínsecos: Composición (es decir, los elementos con que cuenta el nivel); La estructura (cómo se ensamblan tales componentes) y función (cómo interactúan tales componentes). En el siguiente cuadro, basado en Noss (1990), se esquematiza estos niveles y componentes:

NIVEL	COMPOSICIÓN	ESTRUCTURA	FUNCIÓN
ECOSISTEMA	<ul style="list-style-type: none"> Componentes y subsistemas Base energética Tipo de comunidades bióticas Tipo de sustratos 	<ul style="list-style-type: none"> Estructura trófica Estructura temporal Estructura espacial Distribución de la biomasa Sustrato y variables del suelo: pendiente y aspecto 	<ul style="list-style-type: none"> Ciclaje de nutrientes Estabilidad Elasticidad ("resiliencia") Tasas de flujo de materia y energía Sucesión
PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> Identidad, distribución, riqueza y proporción de parches de tipos de hábitat Tipos de paisajes "multiparches" Patrones colectivos de distribución de especies (riqueza, endemismos) Diversidad y equitatividad Dominancia 	<ul style="list-style-type: none"> Heterogeneidad Conectividad Parcheo Fragmentación Configuración Yuxtaposición Distribución de frecuencias de tamaño de parches Relación área/perímetro Patrones de distribución de capas de hábitat Dimensión fractal Bordes 	<ul style="list-style-type: none"> Régimen de perturbaciones: extensión areal, frecuencia, período de rotación, predecibilidad, intensidad, estacionalidad Persistencia del parche y tasas de recambio Tasas de erosión Procesos geomorfológicos e hidrológicos Tendencias en el uso del suelo
COMUNIDAD BIÓTICA	<ul style="list-style-type: none"> Identidad, frecuencia, riqueza de especies y gremios Proporción de especies endémicas, exóticas, en peligro Curvas de dominancia-diversidad Proporción de formas de vida Coefficiente de similitud Proporción de especies C4:C3 	<ul style="list-style-type: none"> Fisonomía y biomasa de la vegetación Estructura vertical de la vegetación Cobertura Arboles muertos en pie Proporción de claros ("gaps") Disponibilidad de recursos de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Herbivoría Parasitismo Tasas de predación Tasas de extinción local y de colonización Dinámica de parches a escala fina Tasas de intervención antrópica local Fenología anual y multianual
POBLACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Abundancia relativa y absoluta 	<ul style="list-style-type: none"> Dispersión (microdistribución) 	<ul style="list-style-type: none"> Procesos demográficos

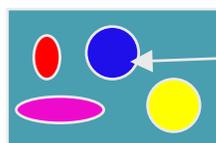


CAPÍTULO II



NIVEL	COMPOSICIÓN	ESTRUCTURA	FUNCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia relativa en la comunidad • Biomasa individual • Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Rango (macrodistribución) • Estructura poblacional (proporción de sexo, proporción de edades) • Variables del hábitat • Variación morfológica entre los individuos 	(fertilidad, tasa de reclutamiento, curvas de supervivencia) <ul style="list-style-type: none"> • Dinámica metapoblacional • Fluctuaciones poblacionales • Ecofisiología • Historia de vida • Fenología • Tasa de crecimiento • Patrones de aclimatación y adaptación
GENES	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad alélica • Presencia de alelos raros particulares • Presencia de alelos recesivos deletéreos • Variantes de cariotipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño efectivo de la población • Heterocigosis • Polimorfismo fenotípico o cromosómico • Superposición generacional • Heredabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Depresión endogámica • Tasa de exogamia • Tasa de deriva genética • Flujo de genes • Tasa de mutación • Intensidad de selección

▪ Composición



Unidades Particulares

▪ Estructura

▪ Función

H'



E₁



E₂

Definimos los términos de cada nivel como sigue:

Ecosistema (UNEP 1992): Un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no

viviente que interactúan como una unidad funcional.

Paisaje (Forman & Godron 1986 citado por Meffe & Carroll 1994): Área espacialmente heterogénea. A nivel de especies el paisaje es un

mosaico de parches de hábitat de diferente aptitud para distintos taxa entre los cuales los organismos se mueven, reposan, reproducen y eventualmente mueren.

Comunidad (UNEP 1995): Todos los organismos en un cierto hábitat que se afectan mutuamente como parte de una red trófica o por sus diferentes influencias en su ambiente físico.

Población (Bick 1998): Individuos de una especie que constituyen una entidad reproductora en un lugar geográficamente limitado.

Genes (Tamarín 1993): Unidades de cromosomas que codifican una proteína específica. Las variaciones de los genes entre diferentes individuos de una población (diferentes formas de genes conocidos como alelos) determinan la variabilidad genética de la población.

Viabilidad De Las Poblaciones

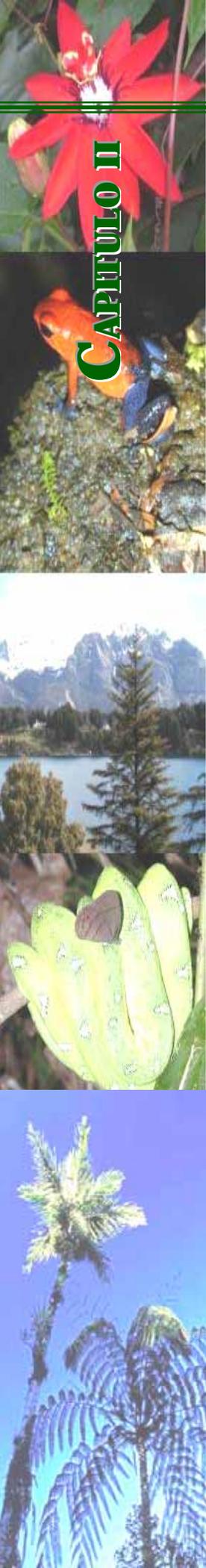
Una **población** es un “grupo de organismos de una especie que ocupa un espacio dado en un momento específico”. Los elementos fundamentales de una población son los organismos individuales que potencialmente pueden reproducirse. Las poblaciones pueden subdividirse en demes, o poblaciones locales, que son grupos de organismos que se reproducen entre sí, siendo además la unidad colectiva más pequeña de una población animal o vegetal. Los límites espaciales y temporales de una población no son precisos, por lo que en la práctica los define el

investigador o el manejador de vida silvestre.

Las poblaciones tienen las siguientes características o propiedades emergentes, es decir, medidas estadísticas no aplicables a un individuo, que son:

La **densidad o abundancia** de una población, la que está determinada por cuatro factores: *natalidad* (número de individuos que nacen de cada hembra por unidad de tiempo; *mortalidad* (número de individuos que mueren durante un intervalo de tiempo determinado), *inmigración* (número de individuos que ingresan a una población no por natalidad en un intervalo de tiempo determinado) y *emigración* (número de individuos que salen de una población por intervalo de tiempo determinado no atribuible a la mortalidad). Estos son los parámetros primarios de la población. Cuando hablamos de medidas absolutas de una población, por ejemplo el número de individuos por unidad de superficie o volumen, nos referimos a la **densidad absoluta**. Cuando nos referimos a una medida que representa alguna relación más o menos constante, pero desconocida, respecto al tamaño total de la población, nos referimos a la **densidad relativa**, donde sólo obtenemos un índice de abundancia relativamente poco preciso.

El **tamaño de una población (N)** dependerá entonces del balance de los factores de ingreso (natalidad + inmigración) y egreso (mortalidad + emigración) de los efectivos poblacionales. Pero, la magnitud de estos parámetros primarios



dependerá a su vez de otros factores como la proporción de sexos, la estructura de edades, la organización social y la distribución espacial. Para conocer los parámetros demográficos se utilizan los Cuadros Estadísticos de Esperanza de Vida o Tablas de Vida. Basándonos en estas tablas de vida o de supervivencia, se pueden establecer las diferentes curvas de supervivencia para cada especie o población en estudio.

Los **cambios en el tamaño de la población** constituyen el crecimiento o decrecimiento de una población. Si el tamaño no cambia, hablamos de una población estable en el tiempo. Esta estabilidad puede deberse a que la población ha alcanzado la capacidad de carga (K) del ambiente. Para recordar, las poblaciones sin limitantes ambientales crecen a su tasa intrínseca de incremento natural r desarrollando una curva de crecimiento denominada exponencial o geométrica. Sin embargo, las poblaciones reales tienen factores ambientales limitantes (nutrientes, espacio, luz, etc.) que determinan un freno al potencial natural de incremento. Este freno es cada vez más fuerte a medida que la población aumenta, llegando a un techo conocido como K o capacidad de carga del ambiente. La curva que describe este tipo de crecimiento se la conoce como curva sigmoideal o logística. Aquellas poblaciones cuyo N siempre responde a su r , se las conoce como estrategias r , es decir especies con una alta tasa de crecimiento, colonizadoras, en general pequeña, poco longeva, con altas tasas de mortalidad. Mientras que aquellas cuyo N se encuentra

constantemente cerca de K (es decir el techo poblacional), se las conoce como estrategias K , es decir especies por lo general grandes, con baja mortalidad, baja tasa de natalidad, de baja densidad, longevas, poco colonizadoras, con comportamiento social bien estructurado, etc. Esta definición de estrategias ecológicas es muy importante al hablar de especies adecuadas para el monitoreo en las áreas protegidas. Por qué?

Existe un tamaño poblacional mínimo por debajo del cual una población no es viable. Este es el concepto de **Población Mínima Viable** (Minimum Viable Population). Una población mínima viable para cualquier especie dada en cualquier hábitat dado, es la población aislada más pequeña que tiene un 99% de posibilidad de permanecer al menos por 1,000 años a pesar de los efectos de las variaciones demográficas, ambientales, estocasticidad genética y catástrofes naturales (Shaffer 1981). En otras palabras, una MVP es la población de tamaño más pequeño que puede predecirse que tendrá una alta probabilidad de persistir por los próximos 1,000 años.

Por qué las poblaciones pequeñas tienen grandes problemas de supervivencia? Empíricamente se ha demostrado que una población reducida en tamaño tiende a desaparecer a mediano plazo, comparativamente con una de mayor tamaño de la misma especie. Las pequeñas poblaciones declinan rápidamente como consecuencia de tres factores importantes: a). problemas genéticos debido a la

CAPÍTULO II



pérdida de variabilidad genética, endogamia, pérdida de heterocigosis y deriva genética; b). fluctuaciones poblacionales como consecuencia de variaciones aleatorias en las tasas de natalidad y mortalidad y c). Fluctuaciones ambientales debidas a la variación en la predación, competencia, enfermedades y disponibilidad de alimento; catástrofes naturales resultantes de un evento único que ocurre a intervalos irregulares tales como fuegos, inundaciones, erupciones volcánicas, tormentas, huracanes, o sequías.

En términos generales se considera que proteger 1,000 individuos para vertebrados parece adecuado para preservar una adecuada variabilidad genética a largo plazo y para aquellas especies con alta variación demográfica, tales como ciertos invertebrados y plantas anuales, parece adecuado proteger 10,000 individuos para mantener poblaciones viables (según Lande 1988). Para mantener un MVP se requiere un **Área Dinámica Mínima (MDA)**, que constituye el área de hábitat

adecuado necesaria para mantener la población viable mínima. El conocimiento de estas MDA es fundamental para el diseño de áreas protegidas y de su estrategia espacial de manejo.

Un concepto relevante de destacar es el de metapoblación. Muchas poblaciones, inclusive los demes, constituyen parte funcional de metapoblaciones. Una **metapoblación** es definida como una red de poblaciones que tienen algún grado de flujo génico, regular o intermitente, entre unidades geográficamente separadas. Estas "subpoblaciones" sufren procesos de extinción y recolonización, que mantienen la viabilidad geográfica de la metapoblación. Especialmente, la metapoblación está constituida por un mosaico de poblaciones temporarias con una o más poblaciones "centrales" que poseen números relativamente estables de individuos y muchas áreas "satélites" con poblaciones fluctuantes.

a)

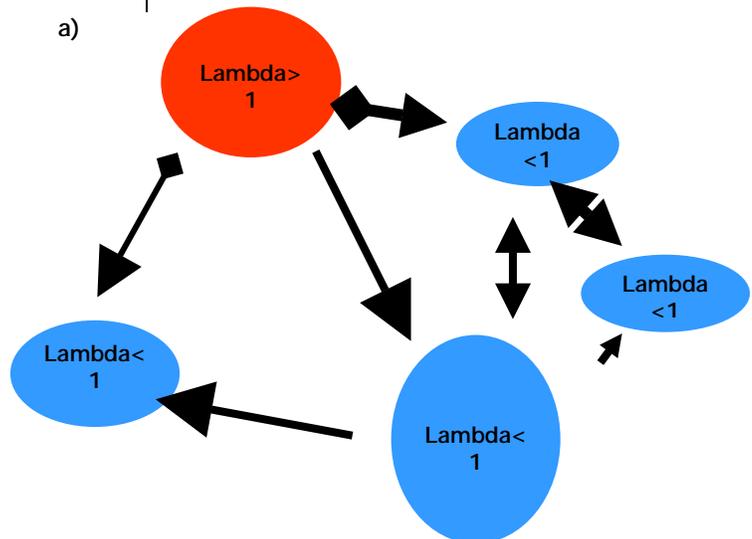
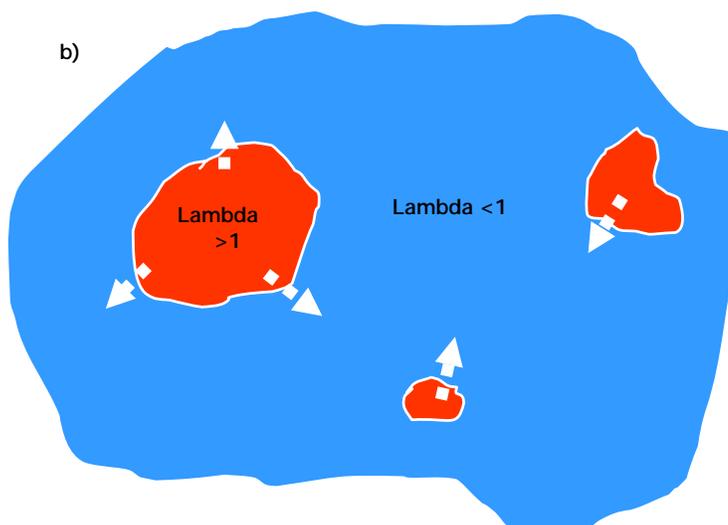




Figura: Estructura metapoblacional. Lambda es la tasa intrínseca de incremento natural. Por definición, un parche **fuente** es aquel en que la población tiene lambda > 1.0 y un parche **sumidero** el lambda es < 1.0. Parte a). Diagrama idealizado del flujo en una estructura metapoblacional. b). Situación en el contexto de las áreas protegidas.



Algunas consecuencias de la estructura metapoblacional en las áreas protegidas:

- Por Ej. se ha encontrado que el 90% de una población con estructura metapoblacional, se localizaba en parches sumideros (sink), mientras que sólo el 10% en parches fuentes (source). Si la especie está en peligro, es necesario detectar el parche fuente y establecer un área protegida. Muchas veces los parches de mayor densidad no son los parches fuentes, sino sumideros.
- Las Zonas Buffer deben cumplir un rol importante en el mantenimiento de la dinámica del sistema source-sink.
- Tener en cuenta que mientras un parche es fuente para una especie, puede ser sumidero para otra y viceversa.
- El concepto de metapoblaciones refuerza el enfoque ecosistémico de la conservación de la biodiversidad, a nivel de megaunidades de paisajes y no a nivel de áreas protegidas.
- Los parches fuentes pueden cambiar con el tiempo a sumideros y

viceversa. Esto debido a cambios sucesionales, antropogénicos, climáticos, etc.

- Los parches fuente-sumidero se ubican en gradientes ambientales
- La implicancia para el manejo de las Áreas Protegidas radica en que no necesariamente éstas funcionan como fuentes hacia la matriz de paisaje circundante, sino que pueden comportarse como sumideros. Por lo tanto: Qué conservar? El área protegida o la matriz circundante?

Algunos conceptos claves que son necesarios recordar, son los siguientes:

Adaptación. Respuesta genética o fenotípica individual o poblacional al ambiente que realiza su aptitud (fitness).

Deme. Población discreta de individuos que se reproducen entre ellos.

Cuello de botella poblacional. Episodio de reducción dramática in el tamaño de una población, debido a estrés ambiental o a un evento de colonización.

Extinción. Proceso por el cual un individuo, especie o población desaparece de un hábitat o biotopos.

Probabilidad de Extinción. Probabilidad de extinción calculada por simulaciones estocásticas múltiples usando parámetros de la historia de vida; definición operativa de un umbral de extinción.

Susceptibilidad a la Extinción (referente a poblaciones pequeñas). Fallas reproductivas, deterioro de la sinergia genética y falta general de adaptabilidad a largo plazo, bajo la suposición de que tanto las consecuencias genéticas de la deriva y los eventos demográficos y ambientales estocásticos, incrementan la susceptibilidad a la extinción de una población.

Tasa de Extinción. Número de especies en un hábitat dado o región que se extinguen por unidad de tiempo.

Vórtice de Extinción. Circuito de retroalimentación positivo de interacciones biológicas y ambientales que generan impactos negativos sobre una población, que la conduce a la extinción.

Aptitud (Fitness) (o "buena salud" de un individuo, especie o población). En un amplio contexto evolutivo, se refiere a alguna medida de resultado adaptativo general o específico, en relación al ambiente, de un individuo, especie o población. En genética de población, el fitness Darwiniano relativo de un genotipo es medido por su contribución a la siguiente generación.

Efecto Fundador. Cambios no selectivos en la composición genética de una población colonizante,

durante su establecimiento por unos pocos individuos fundadores.

Pool génico. Material genético total de una población panmíctica (que todos los individuos tienen igual probabilidad de reproducirse entre ellos).

Conservación Genética. Medidas de conservación que enfatiza el mantenimiento de sistemas genéticos y niveles de variación genética para proveer persistencia continuada y evolutiva de la biodiversidad.

Diversidad Genética. Medidas de variación genética calculada de la frecuencia alélica y sus combinaciones. Se la conoce como H_T : Diversidad Genética Total.

Diversidad Genética Intrapoblacional (H_S). Equivalente al nivel de heterocigosis, esto es, la probabilidad que 2 alelos tomados al azar en una subpoblación sean diferentes.

Diversidad Genética Interpoblacional (H_{ST}). Diferenciación genética entre poblaciones, esto es, la probabilidad que 2 alelos tomados al azar de dos subpoblaciones sean diferentes.

Deriva Genética. Cambios genéticos en la composición alélica o frecuencias alélicas en poblaciones pequeñas o poblaciones rápidamente empobrecidas por cuellos de botellas demográficos. En general lleva a condiciones negativas de falta de adaptabilidad ante cambios ambientales, pero también puede producir nuevos pools génicos y divergencia interpoblacional (y especiación).

Endogamia. Reproducción entre individuos genéticamente cercanos, que conduce a un empobrecimiento genético progresivo de la población.

Coefficiente de Endogamia. La probabilidad que 2 alelos en un locus

en particular en un individuo sea idéntico en la descendencia.

Depresión Endogámica. Reducción del fitness y vigor por incremento de la homocigosis producto de la endogamia en una población.

Exogamia. Reproducción entre individuos genéticamente distantes de taxa relacionados.

Depresión Exogámica. Disrupción de genotipos adaptados mediante la reproducción de individuos distantemente relacionados, resultando a veces en la parcial o completa infertilidad e inviabilidad de la descendencia.

Metapoblación. Serie de poblaciones (o subdivisiones de una población descritas como subpoblaciones locales) con patrón dinámico de extinciones locales, recolonización; el flujo de genes entre las subunidades, provee las características evolutivas y

rasgos ecológicos que evitan que la metapoblación entera se extinga.

Dinámica Metapoblacional. Patrones y procesos demográficos y evolutivos de la fundación y extinción de subpoblaciones de una metapoblación (ver más adelante dinámica de parches).

Población Mínima Viable. La población aislada más pequeña que tiene un 99% de probabilidad de permanecer por 1.000 años protegida de los eventos aleatorios genéticos, demográficos y ambientales, como también de catástrofes naturales.

Viabilidad Poblacional. Concepto de un número poblacional viable que representa un umbral entre la supervivencia y la extinción.

Análisis de Viabilidad Poblacional (PVA). Modelos y procedimientos de estimación numérica para determinar el tamaño mínimo viable de una población (MVP) o área (MVA)

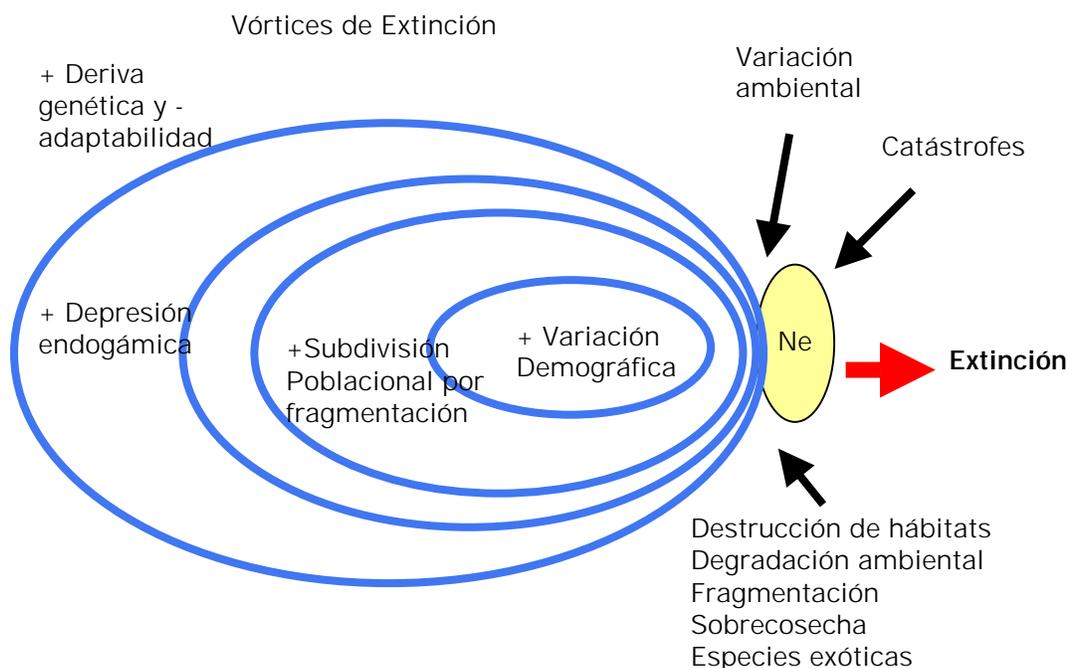


Figura: Vórtices de extinción. Cuando diferentes factores extrínsecos e intrínsecos llevan a la extinción de una población al reducirse su población efectiva (N_e).

De acuerdo a diferentes criterios biológicos y ecológicos, como los mencionados arriba, es posible **clasificar el estado de conservación de una especie** en particular. Por ejemplo, podemos clasificar a las poblaciones según su estado de conservación. Los criterios CITES-UICN definen especies:

- Extinta (Ej. sapo dorado en Monteverde)
- En peligro (Ej. Águila arpía, oso de anteojos)
- Vulnerable (Ej. quetzal, jaguar)
- Rara (Ej. *Pudu mefistofeles*)
- Insuficientemente conocida (Ej. *Tigrisoma fasciatum*)

Algunos criterios complementarios permiten precisar a las poblaciones en:

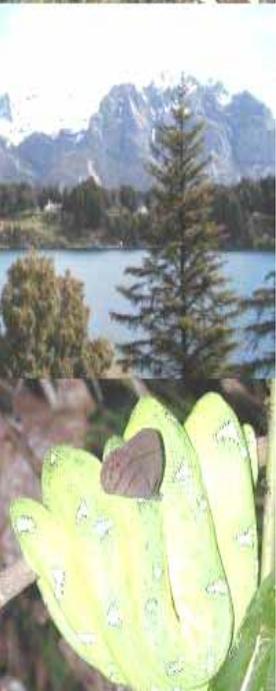
- Extinta en condiciones silvestres
- Globalmente extinta
- Localmente extinta
- Ecológicamente extinta
- Endémica

De acuerdo a los criterios señalados por Mace & Lande (1991) las especies pueden ser clasificadas en:

- Especie crítica: 50% o más de probabilidades de extinción en los próximos 5 años o 2 generaciones
- Especie en peligro: 20% probabilidad de extinción en 20 años o 10 generaciones
- Especie vulnerable: 10% de probabilidad de extinción dentro de 100 años

Teoría De Islas Y Conservación De Biodiversidad

Hace más de cuatro décadas, irrumpió en la ecología teórica un modelo interpretativo de la relación tamaño y aislamiento de las islas verdaderas y sus efectos en la riqueza de especies, conocida como Teoría o Modelo de la Biogeografía de Islas de MacArthur & Wilson (1967), que fue muy utilizado en interpretar el diseño de áreas protegidas en décadas posteriores. Este modelo se basa en las relaciones especie-área implicando que las islas con mayor superficie tendrán más especies que aquellas con menor superficie. Las islas grandes tienen mayor heterogeneidad de parches de hábitat y por lo tanto mayor disponibilidad de nichos ecológicos. También, pueden mantener poblaciones más grandes por especie que las islas pequeñas, aumentando la probabilidad de acción de la especiación (formación de nuevas especies) y reduciendo la probabilidad local de extinción de especies recién evolucionadas o arribadas a la isla. Este modelo se complementa con la suposición que las islas más próximas a un continente tienen mayores probabilidades de recibir mayor inmigración de nuevas especies que aquellas lejanas. Entonces, el número final de especies existentes en una isla es el resultado de un equilibrio dinámico entre las *tasas de colonización* (mayor en islas próximas y menor en islas lejanas) y las *tasas de extinción* de especies (mayor en islas pequeñas y menor en islas grandes).



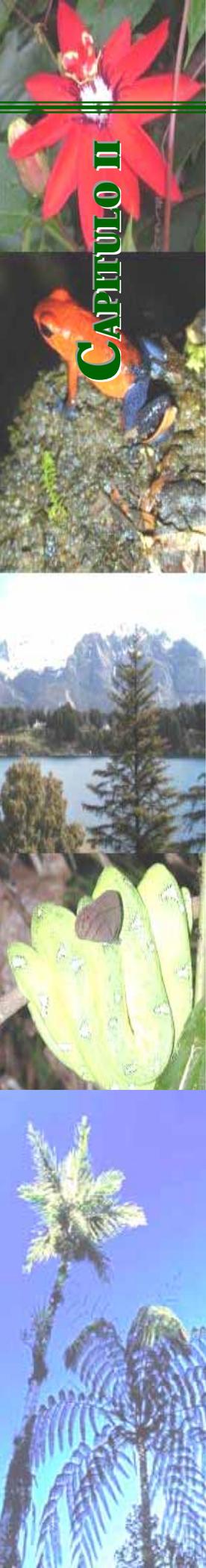
Lo importante de este Modelo del Equilibrio de la Biogeografía de Islas es la lección que nos ha dejado en el diseño y manejo de áreas protegidas. El corolario de este modelo señala que en las áreas protegidas pequeñas y aisladas (como puede ser la Reserva Absoluta Cabo Blanco) la probabilidad de mantener la biodiversidad original a largo plazo será menor, frente a otras reservas mayores y mejor conectadas. Si bien esta aplicación de la teoría a la práctica no es sencilla, ya que median otros factores adicionales al modelo de islas, es un punto de partida sólido e interesante.

Integridad De Ecosistemas, Paisajes Y Parches

Un sistema es un conjunto de subsistemas que interactúan y que persiste a través del tiempo debido a la interacción de sus componentes. El sistema posee una organización definible, continuidad temporal y propiedades funcionales distintivas más del sistema que de sus componentes, denominadas propiedades emergentes del nivel de sistema. Los **ecosistemas**, son entonces sistemas constituidos por subsistemas físicos y biológicos (biota, suelo, clima, agua, energía) con identidad organizacional definida mediante estructuras tróficas y energéticas y persistentes en el tiempo a pesar de las perturbaciones. En otras palabras, *un ecosistema es un conjunto de subsistemas que interactúan y que persiste a través del tiempo debido a la interacción de sus componentes*. Algunas de estas propiedades emergentes de los ecosistemas son las tasas

fotosintéticas, los ciclos de nutrientes, las rutas del flujo de energía en la producción secundaria, la interacción de los componentes de las comunidades bióticas, la estabilidad, la elasticidad, la persistencia, el crecimiento, la constancia, la inercia, la amplitud, entre otras.

Una aproximación útil para el manejo de áreas protegidas es el concepto de paisaje. Un **paisaje** es un área espacialmente heterogénea. En términos ecológicos, *un paisaje es un mosaico de parches de hábitat a lo largo de los cuales los organismos se mueven, reposan, reproducen y eventualmente mueren*. El tamaño del paisaje depende de la escala del organismo. Una parcela de campo o un lote boscoso, puede ser un parche de calidad relativamente uniforme (una parte de un paisaje) para un ave o mamífero, pero al mismo tiempo puede ser un mosaico de parches (un paisaje completo) de diferentes calidades para insectos, nemátodos o arbustos. Tres características del paisaje son importantes resaltar: a). La estructura, que se refiere a las relaciones espaciales de los ecosistemas constitutivos del paisaje, esto es, la distribución de la energía, los materiales y especies en relación a los tamaños, formas, números, tipos y configuraciones de los componentes; b). La función, que se refiere a las interacciones entre los elementos espaciales, es decir, flujo de energía, materiales y organismos entre los ecosistemas y componentes y c). El cambio, que se refiere a la alteración en la estructura y función del mosaico ecológico a través del tiempo. El análisis de los



CAPÍTULO II

componentes del paisaje es escala-dependiente, de acuerdo al tipo de organismos. Para cuantificar los patrones del paisaje y comparar diferentes unidades de paisaje, se utilizan diversos métodos y técnicas expresados en índices, matrices, etc, tales como el Índice de Riqueza Relativa del Paisaje, Índice Relativo de Parcheo, Diversidad de Paisaje, Índice de Bordes, etc.

La **dinámica de parches** es una aproximación conceptual para el análisis de ecosistemas y hábitat que enfatiza las dinámicas de la heterogeneidad dentro de un sistema. Un parche de hábitat es un área de características biofísicas homogéneas, de acuerdo a la escala del organismo: un bosque puede ser un parche de hábitat para un venado, o un árbol del bosque (o el claro o "gaps" formado por su caída dentro del bosque) constituye un parche de hábitat para un insecto o una epífita. En un paisaje natural existe una dinámica de creación y transformación de parches, como consecuencia del régimen de disturbios naturales y ello es crítico para el mantenimiento de la biodiversidad. La presencia o ausencia de una especie en un parche de hábitat dado, es función de las tasas de colonización y extinción local, en este parche y para esta especie. La diversidad total del parche dependerá entonces de la dinámica de extinción y colonización de todas las especies. Como las reservas son los últimos refugios para muchas especies, la recolonización a partir de fuentes externas es poco probable e inclusive inexistente. En este caso, la dinámica de extinción es

la fuerza dominante en la reserva, generándose la declinación de la diversidad. Para retener las especies, las reservas deben ellas mismas de proveerse de fuentes de recolonización, antes de estar dependiendo de fuentes externas. Esto lleva a la necesidad de mantener una adecuada heterogeneidad interna de parches en la reserva.

Todos estos niveles: ecosistema, paisaje y parche de hábitat, requieren de una adecuada integridad para mantenerse a largo plazo. **Integridad:** es la proporción entre el estado natural, la fragmentación y alteración de cada una de las diferentes zonas, como por ejemplo hábitat, ecosistema o ecoregión. Al hablar de integridad, nos referimos a los cambios originados por el hombre sobre el medio natural. Un ecosistema fragmentado sin conectividad no será íntegro, al igual que no será íntegro un paisaje si existe una significativa alteración del régimen de disturbios naturales, que determinan los diferentes tipos de parches existentes. Esta integridad no es sinónimo de "equilibrio" o "quietud". Al principio de la ecología teórica moderna (1979), se postulaba que los ecosistemas o las comunidades se encontraban en equilibrio (tasa de incremento = tasa de disminución = estado estacionario) en relación a sus procesos ecológicos o componentes, tales como la diversidad de especies o la tasa de flujo de energía. Actualmente (1980-1990), se considera que los sistemas naturales no se encuentran en equilibrio (tasa de incremento \neq tasa de disminución = estado cambiante).

La **teoría de los ecosistemas en equilibrio** implica que el sistema, frente a una perturbación – cualquiera fuera la dirección de la misma – vuelve al punto original, manteniendo de esta manera el equilibrio. Las implicancias de este paradigma en el manejo de áreas protegidas incluye que:

- Una unidad de naturaleza es conservable en sí misma en una reserva;
- Tales unidades se mantienen a sí mismas en una configuración estable y balanceada y
- Si es perturbado, el sistema retornará a su anterior estado.

Bajo este paradigma, las reservas podrían ser preservadas a perpetuidad si están liberadas de la influencia humana.

Sin embargo, la **teoría del no-equilibrio** indica que los ecosistemas están raramente en un punto estable: están abiertos al intercambio de materia y energía de sus alrededores, no son internamente autorregulados y están muy influenciados por perturbaciones periódicas que afectan su estructura interna y funcionamiento. Esta nueva perspectiva enfatiza los procesos, dinámicas y el contexto, más que la estabilidad de punto final. Uno de los factores determinantes de la dinámica son los disturbios que ocurren en los sistemas naturales. Se define como *disturbio* (o perturbación) cualquier evento en el tiempo que perturba un ecosistema, comunidad, estructura poblacional y cambios de recursos, disponibilidad de sustratos o el ambiente físico. Uno de los

aspectos importantes para el manejo de reservas es la *hipótesis de disturbios intermedios* (Connell 1978), que establece que la máxima riqueza de especies (y diversidad) ocurre en muchos ecosistemas en intensidad y frecuencias intermedias de disturbios naturales. Las implicancias para la conservación que tiene el paradigma del no-equilibrio incluye lo siguiente:

- Una unidad particular de naturaleza no es fácilmente conservable como una reserva aislada de sus alrededores;
- Las reservas no se mantendrían ellas mismas en estados estables y balanceados;
- En las reservas ocurrirían eventos de disturbios (incluyendo los humanos) lo que les llevaría, como resultado, a un cambio de estado.

El paradigma del no-equilibrio implica entonces que las reservas no serán exitosas cerrándolas y aislándolas ya que las perturbaciones, las influencias de sus alrededores y las presiones humanas, resultarán en cambios en las composiciones de especies y en cambios en las tasas y direcciones de los procesos naturales. Este dinamismo debe ser tenido en cuenta en el diseño y manejo de áreas protegidas. A medida que el tamaño de las reservas disminuye, incrementa la destructividad de los eventos de disturbios, afectando significativamente la diversidad. Es por ello que, en general, las reservas pequeñas deben estar sometidas a una mayor intensidad de manejo activo y adaptativo que las grandes.

Paisaje Naturalmente Heterogéneo Vs. Paisaje Fragmentado

Un paisaje natural es heterogéneo, con una rica estructura interna de parches diferentes mientras que un paisaje fragmentado tiene parches simplificados. Un paisaje natural presenta menos contrastes entre sus parches que un paisaje fragmentado y por lo tanto menos efecto de borde.

Ciertas características de los paisajes fragmentados implican peligros directos e indirectos a la viabilidad de las poblaciones (por Ej. carreteras, introducción de especies exóticas y enfermedades, etc.)

Proceso de fragmentación. Se define como fragmentación a una "interrupción en la continuidad del paisaje natural" ya sea en patrones espaciales o en procesos. El proceso de fragmentación ocurre con uno o más puntos de modificación del paisaje natural, cuyo incremento lleva a una matriz artificial, en la cual los remanentes del paisaje natural se encuentran aislados unos con respecto a los otros

Algunas medidas para evaluar la estructura del paisaje (ver Turner 1989)

- **Riqueza relativa:** $R = s/S_{max} \times 100$, donde s es el número de diferentes tipos de hábitat presentes y S_{max} el máximo número de hábitat posibles
- **Diversidad de paisaje:** $H = - \sum (pk) \times \ln (pk)$, donde pk = proporción del paisaje en el hábitat k y s = el número de hábitat observados

- **Probabilidad del Parche Vecino más Cercano (q)**
- $q = n_{ij} / n_i$; donde n_{ij} = el número de células o parches del tipo i adyacente al tipo j y n_i = el número de células o parches del tipo i

Consecuencias de la fragmentación en relación a las Áreas Protegidas

- **Exclusión inicial:** eliminación de especies solamente presentes en las áreas destruidas del paisaje, no contenidas en un área protegida. En el establecimiento de las áreas protegidas a esta exclusión se la denomina efecto muestra.
- **Barreras y aislamiento:** El aislamiento del hábitat por la creación de barreras al movimiento, es tan importante como la reducción del tamaño del hábitat. En algunos casos se detectó aumento de la diversidad genética entre las poblaciones separadas (ej. Meleagris en USA), pero es una reacción al corto plazo
- **Efecto "arca de Noé":** cuando se fragmenta el paisaje natural, ocurre un apiñamiento de especies e individuos en los remanentes naturales, dando una imagen de arca de salvación transitoria. Por ej. en los fragmentos de 10 ha en la amazonía, las aves pueden duplicar su densidad en los primeros días de ocurrida la fragmentación
- **Extinciones locales y regionales:** A medida que transcurre el tiempo de la fragmentación, ocurre una pérdida progresiva de especies (en gran medida predecible por el modelo de Biogeografía de Islas). Ciertos patrones indican que una reducción en un factor de 10 veces el tamaño

de un hábitat, se pierde el 50% de las especies originales.

Las especies más vulnerables a la extinción local y regional por fragmentación son aquellas:

- Especies naturalmente raras; en general especies con distribución geográfica limitada o parcheada y con bajas densidades poblacionales
- Especies con necesidades de amplios rangos de hábitat, tales como carnívoros, grandes ungulados, con movimientos estacionales como el quetzal, etc.
- Especies no vágiles, es decir con baja capacidad de dispersión
- Especies con bajo r; que no les permite recuperar tamaño poblacional en los remanentes
- Especies dependientes de dinámicas de parches, disponibilidad impredecible de recursos claves y tamaño poblacional altamente variable
- Especies que nidifican a nivel del suelo, como consecuencia de mesopredadores oportunistas
- Especies del interior de los hábitat y que evitan los bordes (ej. en aves)
- Especies vulnerables a la persecución y explotación humana

Los Cambios Climáticos Y Las Áreas Protegidas

Un aspecto esencial del mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y de las áreas protegidas, es el grado de incertidumbre frente a los cambios de escenarios climáticos. La concentración de dióxido de carbono y trazas de otros gases, entre ellos el

metano, ha incrementado significativamente en los últimos 100 años, principalmente por la quema de combustible fósil (petróleo, carbón, gas), los incendios forestales y la quema de vegetación para transformarlos en campos de cultivos y ganadería. Dicha concentración aumentó desde 290 ppm a 350 ppm en los últimos 100 años y se proyecta un incremento entre 400 a 550 ppm para el año 2030. A su vez, ese incremento se refuerza al reducirse la superficie y biomasa capaz de capturar carbono, como consecuencia de las tasas globales de deforestación tropical (de 180 mil km²/año o de más del 2% anual en países como Costa Rica, México o Paraguay). Estos gases generan el efecto invernadero, que llevará a incrementar la temperatura promedio del planeta en 3 grados C para el año 2100, con incrementos en algunas zonas de hasta 6 grados, cercano a los polos.

A nivel de las **zonas templadas**, los cambios serán más fuertes que en los trópicos. Por ejemplo, las especies de árboles de los bosques deciduos del este de América del Norte, tendrán que "migrar" unos 500 a 1000 km hacia el norte en los próximos 100 años, para hacer frente a los cambios de entre 2-6 grados C que se esperan ocurrirán. Es decir, deberán migrar a una tasa de 5000 a 10000 m/año. Sin embargo, la tasa de "migración" de estos árboles durante la última glaciación del pleistoceno (cuando ocurrieron cambios climáticos globales de manera natural), fue de sólo 100 a 400 m/año. Si estos árboles están hoy protegidos en reservas, les resultará muy difícil



CAPÍTULO II



“saltar” inmensos campos de cultivos, ciudades, embalses, etc. Muchas especies que no tienen grandes capacidades de dispersión, serán las más proclives a extinguirse. A nivel de las **zonas tropicales**, donde los cambios en grados de temperatura serán menores a las zonas templadas, se esperan algunos cambios en el régimen de precipitaciones, que sí afectará la composición de especies, la fenología y en la susceptibilidad a los fuegos. Se predice que los huracanes serán más severos, lo que afectará la estructura de los bosques tropicales. Otros efectos vinculados a los cambios climáticos están relacionados a la suba del nivel de las aguas de los océanos (por el derretimiento de los casquetes polares), de 0.2 a 1.5 m en los próximos 50-100 años, lo que afectará a los arrecifes de coral, además de numerosos otros ecosistemas costero-marinos. También, el incremento de dióxido de carbono hará más disponible de este elemento para las plantas, lo que llevará a un incremento en la tasa fotosintética de algunas plantas respecto a otras y en cambios en las poblaciones de insectos fitófagos, cuyos resultados sobre la estructura y dinámica de los ecosistemas es impredecible.

Las **áreas protegidas** serán severamente afectadas en su composición e integridad frente a los cambios climáticos. Por ejemplo, uno de los modelos predictivos señalan que en 19 áreas aisladas en las montañas del oeste de Estados Unidos, perderán entre el 9 al 62% de mamíferos pequeños de montaña

frente a un incremento de 3 grados C de temperatura. En general, las especies confinadas a las reservas y con estrecho rango de distribución altitudinal, tendrán poca tolerancia frente a un cambio de temperatura y se extinguirán, si es que no tienen fuentes externas de recolonización. Sumado a ello, las poblaciones remanentes de especies que se mantienen en las áreas protegidas, están por lo general reducidas en su variabilidad genética a los límites de su viabilidad. Los cambios climáticos promoverían estrés fisiológico, cambios en las interacciones predador-presos, mutualistas o parasitarios, que llevarán rápidamente a su extinción. La baja variabilidad genética los hace menos hábiles a las poblaciones para adaptarse rápidamente frente a los cambios de escenarios ambientales producidos por los cambios climáticos. De esta manera, el diseño de las áreas protegidas y del sistema de interconexión de las áreas mediante corredores biológicos, deben estar sustentados en base a los futuros cambios climáticos en una región o continente. Por ejemplo, deben promoverse corredores norte-sur y corredores altitudinales en las áreas o complejos de áreas protegidas. Los modelos de simulación, juegan en este sentido, un rol clave para el manejo y conservación de las áreas protegidas.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de escenarios de Cambios Climáticos para América Latina estimados en base a los cambios en el número de días libres de estrés hídrico.

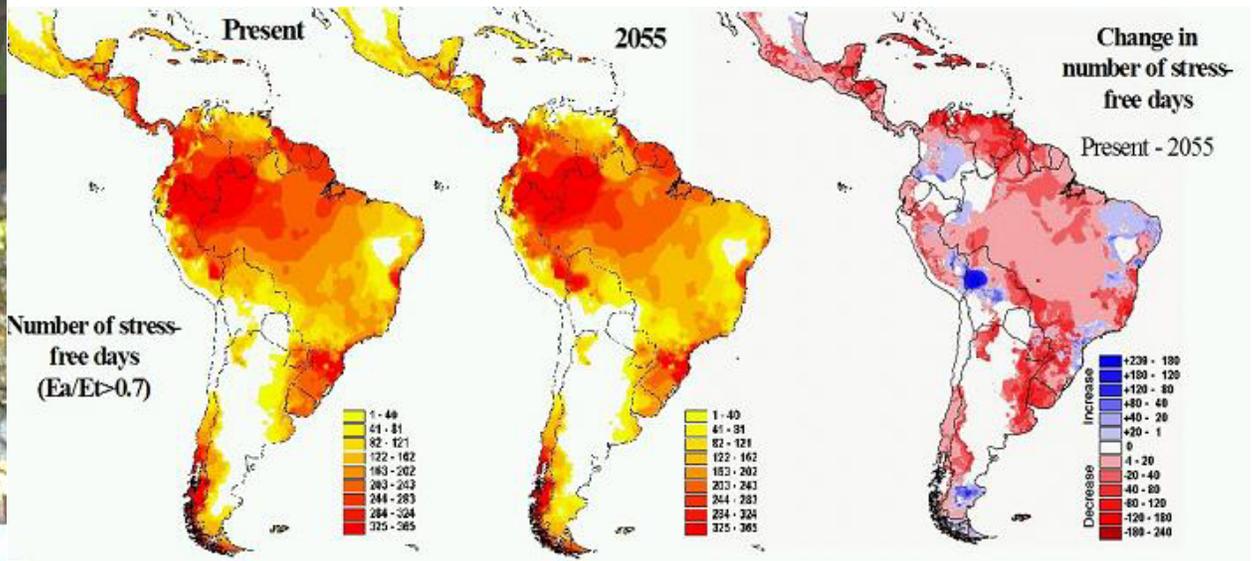


Figura: Cambios climáticos previstos para América Latina representados en el cambio en el número de días libres de estrés hídrico.

Basado en el Documento técnico V del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático): Cambio Climático y Biodiversidad, 2002, se pueden efectuar las siguientes precisiones, tomando en cuenta los **indicadores de CC** durante el siglo XX en la atmósfera, clima, sistema biofísico y económicos, para luego hacer consideraciones frente a los escenarios futuros (2071-2100)

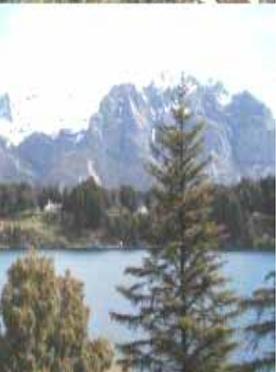
a. Indicadores de la concentración de gases atmosféricos

- Concentración atmosférica de CO₂: + 31%
- Concentración atmosférica de metano: +151%
- Concentración atmosférica de óxido nitroso: +17%
- Concentración estratosférica de ozono: disminuyó durante 1970-2000
- Concentración atmosférica de clorofluorcarbonos: aumentaron en

todo el mundo durante los últimos 50 años

b. Indicadores meteorológicos

- Temperatura media global de la superficie: $+0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$
- Temperatura de la superficie del hemisferio norte: aumentó más que en cualquier siglo de los últimos 1000 años y la década del 90 fue la más cálida registrada
- Gama de temperaturas diurnas en la superficie: disminuyó entre 1950-2000; las temperaturas mínimas nocturnas aumentaron el doble respecto a las máximas diurnas
- Índice de calor/días de calor: aumentó
- Días fríos/con heladas: disminuyó
- Precipitación continental: aumento 5-10% en el hemisferio norte
- Frecuencia y gravedad de las sequías: aumentó (Asia y África)



c. Indicadores biológicos y físicos

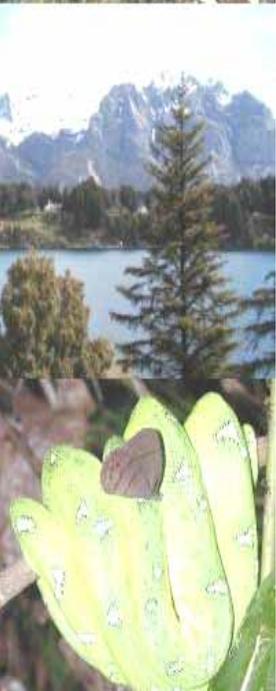
- Nivel medio mundial del mar: Aumentó a un régimen de 1-2 mm/año
- Duración de la cubierta de hielo en ríos y lagos: Disminuyó unas 2 semanas
- Grosor y extensión del hielo del mar Ártico: Se redujo su grosor en un 40% y 10-15% en superficie
- Glaciares no polares: Retirada generalizada
- Cubierta de hielo: disminuyó su área en 10%
- Permafrost: Se derritió, calentó y degradó en partes de las regiones polares, subpolares y montañosas
- Fenómenos relacionados con el Niño: Presentan una mayor frecuencia, persistencia e intensidad durante los últimos 20-30 años, comparado hace 100 años
- Estación de crecimiento: Aumentó entre 1 a 4 días/década durante los últimos 40 años, sobre todo en el norte
- Extensión geográfica de plantas y animales: Desplazamiento hacia los polos y mayores altitudes de plantas, insectos, pájaros y peces
- Cría, floración y migración: Anticipación en la floración de plantas, la llegada de pájaros y épocas de cría, etc.
- Decoloración de arrecifes coralinos: Aumenta su frecuencia, especialmente durante el Niño
- En varias especies de animales se ha detectado incremento corporal y aceleración de la madurez sexual por años más cálidos (tortugas, Cervus elaphus en Escocia)
- Un estudio de 35 mariposas no migratorias en Europa ha mostrado que más del 60% se han desplazado

35-240 Km. hacia el norte durante el siglo XX.

- Los pájaros en los bosques nubosos en Costa Rica ha incrementado su rango altitudinal, conforme el aumento de temperatura
- Declinación y extinción de especies de anfibios en ecosistemas templados y tropicales, sobre todo en zonas de montañas
- Frecuencia e intensidad cada vez mayor de brotes de plagas y enfermedades acompañadas por desplazamientos hacia el polo o hacia altitudes mayores de los vectores productores de las enfermedades.
- Por ejemplo, en Suecia, incrementó la incidencia de la encefalitis transmitida por una garrapata, que aumentó y amplió su rango hacia el norte como consecuencias de inviernos menos rigurosos (mencionar la hipótesis de enfermedades en la determinación de la baja biodiversidad en zonas templadas vs. tropicales)

d. Indicadores económicos

- Pérdidas económicas relacionadas con la meteorología: Las pérdidas mundiales ajustadas a la inflación ascendieron en una unidad de magnitud durante los últimos 40 años.
- Parte de la tendencia al alza observada se encuentra vinculada a factores socioeconómicos y parte se relaciona con factores climáticos. Algunos de los **escenarios futuros** previstos en base a estos indicadores, muestran lo siguiente:
- Para el 2100 se prevé un incremento de 490 a 1.260 ppm de CO₂, entre 75 a 350% por encima de los niveles preindustriales



- Para el período 1990-2100 la temperatura del planeta aumentará entre 1,4 a 5,5°C. Es muy probable que este aumento no tenga precedentes en los últimos 10.000 años
- Se espera que cambie durante el periodo 2000-2100 la precipitación media anual en todo el planeta, con aumento y disminuciones de entre 5 y un 20%
- Es probable que tengamos más días calurosos y olas de calor y menos días fríos y días con heladas en casi todas las zonas terrestres
- Es probable un incremento de 5 a 10% en la intensidad de los ciclones tropicales
- Se estima que el nivel medio del mar entre 1990-2100 aumente de 0.09 a 0.88 m

A partir de estos escenarios, se prevén diversos **impactos estimados sobre la biodiversidad** en sistemas terrestres y de agua dulce, como por ejemplo:

- El cambio climático añadirá una presión adicional sobre el riesgo de extinción de las especies vulnerables durante el presente siglo, especialmente en caso de aquellas especies que necesitan una gama climática limitada y/o un hábitat restringido
- Se espera que ocurra cambios significativos en la fenología de muchas especies: desincronización fenológica que afectará las interacciones bióticas
- El impacto general del cambio climático es que los hábitats de muchas especies se van a desplazar hacia el polo o hacia altitudes más altas

- Es muy improbable que las especies que forman unas comunidades se desplacen todas juntas. Es probable que respondan cada una de manera individual, con importantes diferencias temporales y períodos de reorganización
- Los ecosistemas dominados por especies estrategas K tardarán en responder al cambio y en recuperarse del estrés asociado con el cambio. Cuando ocurra la muerte de individuos de especies longevas, la recuperación a un estado parecido al tenían previamente puede tardar décadas o siglos o no recuperarse jamás
- Los ecosistemas boscosos van a verse afectados por el cambio climático tanto en forma directa como mediante interacciones con otros factores, tales como el cambio en el uso del suelo. Se estima que las zonas climáticas para especies de plantas templadas y boreales se desplazarán 200 a 1.200 Km., a una tasa aprox. de 5.000 a 10.000 m/año. Las plantas durante el postpleistoceno se desplazaron a una tasa de 100 a 400 m/año
- Es probable que cambie la composición de las especies de los bosques y que los nuevos grupos de especies que sustituyan a los actuales contengan menos diversidad
- Un incremento de la temperatura modificará los ciclos térmicos de los lagos y la solubilidad del oxígeno y otros materiales y por lo tanto, afectará la estructura y función del ecosistema
- El cambio climático tendrá un gran efecto sobre los ecosistemas de agua dulce gracias a modificaciones en los procesos hidrológicos

CAPÍTULO II



- Ocurrirán cambios en las alteraciones de regímenes asociados con el cambio climático, incluyendo modificaciones en la frecuencia, intensidad y emplazamiento de alteraciones tales como los incendios y los brotes de plagas

- El efecto entre las interacciones entre cambio climático y cambios en el régimen de las alteraciones y sus impactos sobre las interacciones bióticas pueden producir cambios rápidos en la composición y estructura de la vegetación

- Cuando tiene lugar una importante alteración en el ecosistema (por ejemplo, la pérdida de especies dominantes o la gran parte de especies y por lo tanto gran parte de la redundancia), puede haber pérdidas en la productividad neta de un ecosistema durante la transición

- Los arrecifes coralinos se verán fuertemente perjudicados si la temperatura de la superficie del mar sube en más de 1°C por encima de la máxima estacional. La concentración de CO² afectará la calcificación de los corales y el incremento del nivel del mar reducirá la penetración de radiación hacia el nivel de corales actuales.

- Cerca del 20% de los humedales costeros del planeta se podrían perder hacia el 2080. Los manglares y otros ecosistemas semejantes serán fuertemente impactados por sedimentación, incremento del nivel del mar y estrés fisiológico

- El riesgo de extinción va a aumentar para muchas especies, especialmente aquellas que ya se encuentran en riesgo debido a factores tales como poblaciones pequeñas, hábitat no uniforme y/o restringido, rango climático limitados, o su



emplazamiento en islas bajas o cerca de la cumbre de las montañas.

- Los ecosistemas restringidos geográficamente son potencialmente vulnerables al cambio climático

- Se espera que a medida que muchas especies se desplacen hacia los polos (o hacia altitudes más altas) en respuesta al aumento de temperaturas, los emplazamientos y extensión de las reservas necesitarán ajustarse a estos movimientos. Ello llevará a diseñar reservas más grandes o sistemas de reservas interconectadas (o buscar otras opciones?).

- Aunque se lleven a cabo estas acciones, muchas especies se extinguirán debido a que o ya se encuentran con su rango de distribución cercano al polo, o hacia altitudes máximas o restringidas a islas pequeñas.

En particular para **América Latina y El Caribe**, los impactos estimados

sobre la biodiversidad para el periodo 2000-2100, son los siguientes:

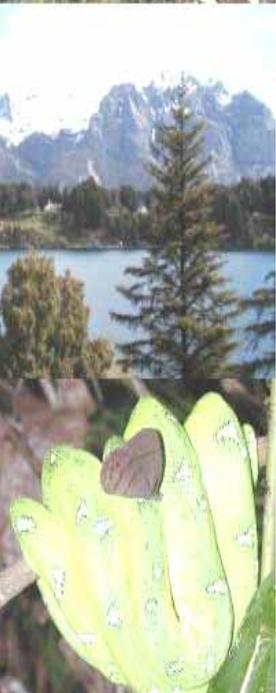
- Aumento de la velocidad de pérdida de la biodiversidad
- Impactos negativos en bosques nubosos, bosques secos tropicales, humedales continentales y costero marinos (arrecifes y manglares)
- Retracción y pérdida de los glaciares en montañas, de los cuales dependen sistemas de humedales de media y alta montaña, importantes reservorios de biodiversidad y endemismos
- Inundaciones y sequías más frecuentes con mayor descarga de sedimentos, degradando la calidad de aguas continentales y costeras afectando comunidades bióticas enteras
- Los ecosistemas de manglares se reducirán a una tasa de 1-1.7%/año por la elevación del mar, lo que reducirá las poblaciones de las especies de peces asociados a éstos.
- El cambio climático podría alterar los estilos de vida de los pueblos situados en las montañas, alterando la producción ya marginal de alimentos y la disponibilidad de recursos acuáticos así como los hábitats de muchas especies que son importante para la población indígena.
- Cambios positivos y negativos sobre los bancos de peces de agua dulce y en la acuicultura.

Algunas estrategias recomendadas para hacer frente a la conservación in situ dentro de las áreas protegidas apunta a:

- Comprender la dificultad para que ciertos genotipos, especies y ecosistemas, se mantengan en una

región o área determinada tras los impactos del cambio climático.

- Por ello se deberán concentrar los esfuerzos en el incremento de la capacidad de recuperación de la biodiversidad ante el futuro cambio climático, incluyendo:
 - Crear redes de reservas con corredores conectados que proporcionen rutas de dispersión y migración para las plantas y animales, o de matrices de hábitat, incorporando el manejo a escala de paisaje.
 - Existen otras opciones de diseño para aumentar la capacidad de recuperación de las reservas naturales: Mantener la vegetación natural intacta a lo largo de gradientes ambientales, proporcionar zonas buffer alrededor de la reservas, minimizar la fragmentación y la construcción de infraestructura (como carreteras) y conservar la diversidad genética dentro y entre poblaciones
 - La cría en cautiverio de animales, la conservación ex situ en plantas y los programas de translocación se pueden utilizar para aumentar o restablecer algunas especies amenazadas o sensibles. La cría en cautiverio y la translocación cuando se combinan con la restauración de hábitat, pueden resultar muy útiles para la prevención de la extinción de un pequeño número de taxones claves seleccionados en condiciones de cambio climático pequeño o moderado. La cría en cautiverio podría no tener éxito si los cambios climáticos son muy severos, por los cambios en los patrones de hábitat.



PRINCIPIOS TEÓRICO Y PRÁCTICOS DEL MANEJO Y EL MONITOREO

Bases Conceptuales Para El Manejo Orientado A La Conservación

Siguiendo a Meffe & Carroll (1994), podemos identificar cinco principios básicos para el manejo orientado a la conservación de la biodiversidad, los cuales son:

Los procesos ecológicos críticos deben ser mantenidos en los ecosistemas. En una comunidad biótica constituyente de un ecosistema, las interacciones posibles entre las especies incrementa a razón de $[n \times (n-1)] / 2$; donde n es el número de especies. De esta manera, una comunidad con 4 especies tendrá 6 posibles interacciones, una de 7 especies 21 posibles interacciones y una de 100 especies alrededor de 5000 posibles interacciones. Por lo tanto, es difícil saber cuáles son los procesos ecológicos en los cuales intervienen cada una de las especies que conforman la comunidad. Una posibilidad es el enfoque de especies claves, tal que orientemos el manejo a aquellas que tienen un rol significativo en el mantenimiento de la comunidad biótica; es decir sobre aquella/s especie/s que mantienen el mayor número de interacciones. El otro enfoque, es el de los procesos en sí mismos, como por ejemplo los de sucesión ecológica, flujo de nutrientes, patrón de disturbios a nivel del paisaje, que son críticos para la existencia del ecosistema.

Las metas y objetivos de manejo deben ser definidas en base a un profundo entendimiento de las propiedades ecológicas del ecosistema o comunidad biótica. Todas las decisiones de manejo deben ser tomadas con una base mínima de entendimiento del sistema sometido a manejo. Obviamente no se requiere conocer absolutamente todo, de lo contrario no podríamos tomar ninguna decisión, sino de conocer lo clave; lo más importante. En este sentido, el enfoque de manejo adaptativo (como lo veremos reiteradamente más adelante), cubre esta necesidad de conocimiento basado en lo experimental del manejo. Una herramienta útil para la definición de objetivos y metas de manejo, es la simulación a través de modelos computacionales, ya que proveen de insumos teóricos para las decisiones prácticas en el manejo.

Las amenazas externas deben ser minimizadas y los beneficios externos maximizados. En el manejo de áreas protegidas, por ejemplo, se debe tener en cuenta especialmente el espacio geográfico en el cual están inmersas y las características intrínsecas de éstas en función de minimizar las amenazas y maximizar los beneficios. Tres aspectos hay que tener en cuenta:

- el tamaño de la reserva, es decir el espacio efectivo con que cuenta la biodiversidad (recordemos que a



menor tamaño de área menor número de especies);

- el grado de aislamiento o fragmentación (recordemos que cuanto más aislada menor probabilidad de recolonización y por lo tanto mayor pérdida de biodiversidad con el tiempo) y
- el efecto de borde, es decir qué tanto perímetro expone el área ante los paisajes antropizados circundantes (cuanto mayor perímetro en relación a la superficie, existe mayor efecto de borde, con sus consecuencias negativas para la biodiversidad del interior de la reserva).
- los beneficios tales como la conectividad a través de corredores biológicos, deben ser maximizados en el caso de reservas pequeñas y también los de zonas buffer en aquellas áreas con una alta relación superficie/perímetro.

Los procesos evolutivos deben ser conservados. El manejo debe asegurar una adecuada variabilidad genética de las poblaciones para mantenerlas viables en el tiempo (para cumplir con la meta de MVP a 1.000 años). Ello implica por un lado mantener poblaciones grandes (que logramos con áreas de grandes superficies, por ejemplo para aves rapaces) y por el otro con adecuada tasa de flujo genético (interconectadas o con presencia de fuentes de individuos para mantener estructuras metapoblacionales). Esto mantiene la capacidad evolutiva de las especies frente a los cambios de escenarios ambientales.

El manejo debe ser adaptativo y mínimamente intrusivo. Los planes

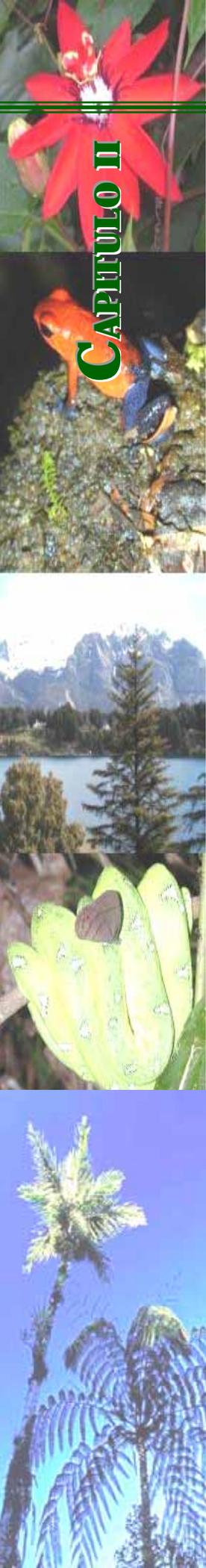
de manejo no deben ser estáticos, sino que deben ser flexibles, de tal modo que el manejo sea del tipo adaptativo con un mínimo de intervención humana (ver más adelante este concepto).

Aproximaciones Teórico-Prácticas Del Manejo De Áreas Protegidas

Para el establecimiento de áreas protegidas, se ha tenido en general como base el enfoque de biodiversidad a escala de las comunidades y especies. Es decir, si el área a establecer resguarda comunidades biológicas distintivas, con especies endémicas o de distribución restringida, o bien especies en peligro de extinción o vulnerables o útiles para el ser humano, justifica su creación como área protegida, o bien valores altos de biodiversidad. Sin embargo, este enfoque no asume aspectos relevantes de conservación como lo son los de integridad de ecosistemas y, a una escala superior, de ecoregiones. Seguidamente, repasaremos estos enfoques de creación y manejo de áreas protegidas, ya que en base a ellos podremos diseñar adecuados sistemas de manejo adaptativo.

➤ EL ENFOQUE DE ESPECIES

Algunas áreas protegidas pueden ser creadas para proteger una sola especie. Muchos parques nacionales fueron creados para proteger "megavertebrados carismáticos" que capturan la atención pública, tienen valor simbólico y son cruciales para el ecoturismo. En el proceso de



CAPÍTULO II

protección de esta o estas especies carismáticas, se protege a toda una comunidad biológica, que puede incluir miles de especies.

Si el enfoque está basado en mantener una población mínima viable de estas especies carismáticas, que por lo general son grandes carnívoros o grandes herbívoros (como el tigre en la India, o los rinocerontes en África), estaremos asegurando cierta funcionalidad de las comunidades bióticas. Por ejemplo, para conservar poblaciones viables de aves rapaces en los bosques tropicales del Neotrópico, se requieren áreas de entre 1 millón a 10 millones de ha (Thiollay 1989).

Si el enfoque de mantener estas rapaces es un enfoque de especies, con seguridad estaremos "arrastrando" a la protección de grandes áreas funcionales de bosque tropical, con toda su biodiversidad. Sin embargo, sigue siendo un enfoque basado en los requerimientos de hábitat de especies carismáticas (o relevantes para las funciones ecológicas de un ecosistema), pero no desde el punto de vista de la integridad y funcionalidad de un ecosistema. El enfoque de especie en el manejo de vida silvestre, incluyendo el diseño y manejo de áreas protegidas, falla al no considerar adecuadamente las interacciones con los otros elementos del sistema. El salvar una especie en particular o un componente específico de un ecosistema, no es exitoso para la conservación de la biodiversidad en su conjunto.

➤ ENFOQUES DE MEGADIVERSIDAD Y CENTROS DE ENDEMISMOS O BIOCÉNTRICOS

Considerando criterios de alta biodiversidad, se desarrollaron diversos enfoques de conservación, en particular de organizaciones no gubernamentales internacionales. Entre ellos podemos mencionar a: "hotspots" de Conservation International, en el cual establece ranking de regiones y países con valores de conservación de biodiversidad altos; por ejemplo, en América Latina se consideran prioritarios los Bosques Costeros de Ecuador y la Mata Atlántica de Brasil, además de sectores del Amazonas, el Chocó Colombiano, entre otros. "Endemic Bird Áreas" de ICBP (International Council for Bird Preservation), en el cual se consideran no tanto la diversidad total de un grupo indicador (aves), sino la concentración de endemismos. De esta manera, establecieron mapas de prioridades para el mundo.

➤ EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO O EL DE INTEGRIDAD DE ECOSISTEMAS

Este enfoque se basa en considerar que la meta de conservación no es tal o cual especie (por más carismática o emblemática que sean) sino las comunidades y ecosistemas. Este enfoque tiene como criterio central asegurar que las áreas protegidas contengan muestras representativas de muchos tipos biológicos de comunidades tanto como sea posible. El enfoque de manejo de ecosistemas es un concepto más amplio que el de la ciencia de los ecosistemas ya que tiene implicancias sociológicas,

legales, económicas, etc. Basado en Grumbine (1994), señalaremos cinco metas de manejo de los ecosistemas bajo el rótulo de integridad ecológica:

- Mantener poblaciones viables de todas las especies in situ
- Representar, dentro de las áreas protegidas, todos los tipos nativos de ecosistemas, de acuerdo a su rango natural de variación
- Mantener los procesos ecológicos y evolutivos (régimen de disturbios, procesos hidrológicos, ciclos de nutrientes, etc.) Manejar sobre periodos prolongados de tiempo que permita mantener el potencial evolutivo de las especies y ecosistemas.
- Ajustar el uso y ocupación del hombre dentro de estos limitantes.

Woodley & Forbes (1995), señalan los siguientes principios para el enfoque de manejo de ecosistemas en las áreas protegidas (con modificaciones):

- Los límites ecológicos nunca son los límites institucionales. Por lo tanto siempre se debe trabajar en el manejo de áreas protegidas con un fuerte componente de cooperación hacia fuera de las áreas.
- El manejo es escala-dependiente, con una jerarquía que parte de los genes, las especies, poblaciones, comunidades y paisajes. La elección de la escala apropiada para hacer el manejo debe ser un tema esencial. Por lo tanto, las escalas deben ser constantemente relacionadas una con otras si es que el tema quiere resolverse exitosamente. Se debe pensar a escalas múltiples y actuar a escalas múltiples. El manejo de

ecosistemas es aplicada a escalas espaciales grandes. El manejo a grandes escalas en las áreas protegidas, debe asegurar las conexiones ecológicas funcionales tanto regional como interregionalmente, para que pueda ocurrir migración de individuos y reducir el riesgo de extinción local.

- Ordenar el territorio de tal modo de discernir y establecer usos múltiples a escala regional y usos restringidos a escala de unidad o sitio. Esto implica que las actividades humanas no pueden ser sostenibles si ellas se dispersan por todo el paisaje, sino que deben ubicarse de forma concentrada y dejar amplios espacios con poco impacto (ver ejemplo de parques nacionales de Nepal). Los gradientes entre estas áreas son críticas para la conservación de las áreas protegidas. Estas deben ser un extremo de ese gradiente, por lo que el manejo de integridad de ecosistemas debe tener como meta lograr usos del suelo compatibles con el rol de protección de las áreas protegidas.

- El principio básico del manejo de ecosistemas apunta a que los temas ambientales deben verse de forma integrada a los temas sociales, económicos y políticos. Esto implica que las acciones, políticas y programas no pueden estar basados en enfoques sectoriales, sino integrales.

- Los límites de los ecosistemas son elásticos y cambian con el tiempo. Esta característica puede ser estacional (migraciones o desplazamientos de faunas) o de largo plazo, como el proceso de regeneramiento de los bosques, la retracción de glaciares, la

sedimentación de ecosistemas costero-marinos, etc. Ello no significa redibujar constantemente sobre el mapa los límites de las reservas, sino pensar, planificar y manejar teniendo en cuenta este hecho.

- Las decisiones en el contexto del manejo de ecosistemas deben estar hechas tomando como referencia una misma (y adecuada) base de datos, no sólo biofísicos (geología, suelos, uso de la tierra, cobertura de vegetación, movimiento de fauna, etc.) sino socio-culturales, políticos, institucionales, económicos, etc.

- El manejo de ecosistema debe contemplar al ser humano como parte integral de la naturaleza. Los valores y las necesidades humanas deben estar contempladas en las toma de decisiones basadas en el enfoque de integridad de ecosistemas.

- El monitoreo es un componente esencial para cualquier actividad de manejo. Para que el enfoque de manejo de ecosistemas en las áreas protegidas tenga éxito, debe existir un sistema de monitoreo que permita examinar el estado de la integridad ecológica y que en base a ello efectuar los ajustes necesarios a las medidas de manejo.

- Todo manejo que involucra ecosistemas es un experimento a largo plazo, por lo tanto debe ser continuamente adaptativo. Nuestro conocimiento de los ecosistemas es débil y nuestra habilidad para predecir relaciones causa-efecto en los ecosistemas es muy imprecisa. Por lo tanto, las decisiones de manejo basado en la integridad de ecosistemas, deben estar abierta a cambios en el corto plazo y las estructuras de manejo (por ejemplo

Plan de Manejo, Unidad de Manejo, etc.) deben estar diseñadas para reflejar esta necesidad.

Tomando en consideración el Enfoque Ecosistémico, basándonos en UNESCO (2000); Smith & Maltby (2001); UNEP (2002); UICN (2001) & Ballestero (2003), es importante señalar lo siguiente:

- El EE es una manera de pensar y actuar ecológicamente.
- No es una guía de manejo de un ecosistema en particular o un grupo de ecosistemas, desde una perspectiva exclusivamente conservacionista.
- El EE es un esquema para la acción que relaciona información biológica, social y económica, tendiente a alcanzar un balance socialmente aceptable entre las prioridades de conservación de la biodiversidad, el uso de los recursos y la distribución de los beneficios.

El EE es una visión operativa para lograr las tres metas centrales del CDB:

- Conservación de la biodiversidad a escalas múltiples
- Uso sostenible de los recursos naturales y del ambiente en general
- Distribución equitativa de los beneficios generados por las prestaciones ambientales

A continuación haremos una breve descripción de los 12 Principios del EE y su marco teórico/empírico, señalando algunos ejemplos de sus atributos más relevantes e indicadores:

Principio 1. La elección de los objetivos de la gestión de los recursos tierras, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad

Marco Teórico/Empírico

- Se reconoce que la diversidad cultural y la diversidad biológica son componentes centrales del enfoque por ecosistemas y por lo tanto deben tenerse en cuenta para la gestión
- La sostenibilidad en el uso de los recursos y servicios provenientes del funcionamiento de los ecosistemas, dependerá del grado de involucramiento de los actores locales

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Composición de los tomadores de decisión sobre la gestión de los ecosistemas
- Grado de involucramiento de los actores locales en la definición de metas y objetivos de la gestión
- Nivel de congruencia entre expectativas de los actores locales y los objetivos de la gestión de los ecosistemas

Medición/Evaluación/ Indicadores Generales

- Procesos de Participación
- Tipos de Organización
- Control sobre el sistema y la toma de decisiones
- Grado de autogestión
- Procesos de autocontrol
- Grado de "democratización" en la toma de decisiones
- Número de beneficiarios según etnias, género, grupo social

Principio 2. La gestión debe estar centralizada en el nivel más bajo

Marco Teórico/Empírico

- Principio de la inmediatez; el cual implica que la gestión de los ecosistemas y la distribución de sus beneficios deberán ser realizado por los inmediatos interesados.
- Los sistemas descentralizados pueden llevar a una mayor eficiencia, eficacia y equidad

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Estructura del flujo en la toma de decisiones
- Niveles administrativos involucrados
- Grado de equidad en la distribución de los beneficios provenientes de la gestión de los ecosistemas

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Poder de decisión sobre aspectos críticos del funcionamiento de los ecosistemas
- Políticas
- Normas/ leyes
- Tipo de organizaciones
- Distribución costos/beneficios entre los sectores
- Eficiencia
- Retornos promedios obtenidos
- Disponibilidad de los recursos naturales

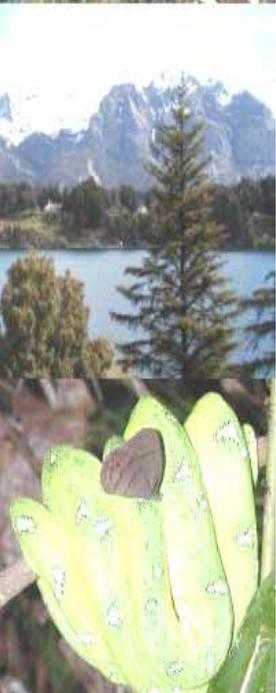
Principio 3. Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.

Marco Teórico/Empírico

- Los ecosistemas no están en equilibrio (teoría o modelo del no-equilibrio), por lo tanto, toda



CAPÍTULO II



intervención sobre ellos tendrán consecuencias difíciles de predecir.

- La gestión de los ecosistemas debe tener un fuerte componente organizativo y de coordinación entre los diferentes usuarios y/o beneficiarios.
- La teoría de los ecosistemas en equilibrio implica que el sistema frente a una perturbación, cualquiera fuere la dirección de la misma, vuelve al punto original, manteniendo de esta manera el equilibrio.

Implicancias:

- ♦ Los ecosistemas se mantienen en una configuración intrínsecamente estable y balanceada
- ♦ Si es perturbado hasta los límites de su resiliencia, el sistema retornará a su anterior estado.
- ♦ Si es perturbado más allá de los límites de su resiliencia, el sistema colapsa
- La teoría del no – equilibrio indica que los ecosistemas están raramente en un punto estable: están abiertos al intercambio de materia y energía de sus alrededores, no son internamente autorregulados y están muy influenciados por perturbaciones periódicas que afectan su estructura interna y su funcionamiento

Implicancias:

- ♦ Las perturbaciones generadas por el uso de los ecosistemas naturales, independientemente de su magnitud, llevan a un cambio de su estado, que deben ser considerados y manejados si se quiere continuar con los servicios que brindan a la sociedad (balance entre prestaciones y contraprestaciones)

- ♦ Lo que afecta a un ecosistema puede afectar a otros y viceversa

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Integridad y funcionamiento de los ecosistemas
- Tendencias de cambio
- Interacción de flujos de especies, materia y energía entre ecosistemas adyacentes
- Nivel de organización y diagrama de interacción entre los usuarios/ beneficiarios/ afectados/ en la gestión de los ecosistemas

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Selección y medición de indicadores ambientales: bioindicadores, ecoindicadores, geoindicadores para evaluar estado de integridad y funcionalidad de los ecosistemas
- Índices de Integridad Biológica Relación entradas/ salidas de nutrientes críticos
- Contaminación por agroquímicos y pesticidas
- Cambio en las tasas de las prestaciones
- Rendimiento (nivel promedio, tendencias, variación)
- Flujo de interacción entre los involucrados en la gestión de los ecosistemas

Principio 4. Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico

Marco Teórico/Empírico

- La gestión de los ecosistemas implica una relación costo/beneficio desde el punto de vista económico,

- Por lo tanto en dicha relación deberá contemplarse por un lado la internalización de los costos ambientales que deben pagarse por su gestión y por el otro maximizar los beneficios a quienes resguardan los recursos naturales

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Niveles y cambios en la productividad de los ecosistemas (bienes y servicios, rendimientos, ganancias)
- Equidad en la distribución de la productividad desde una perspectiva intergeneracional
- Distribución de la internalización de los costos ambientales

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Rendimiento (nivel, tendencias, variación)
- Relación costo/beneficio: inversión, productividad del trabajo, ingreso
- Distribución del ingreso actual y potencial
- Producción/comercialización
- Demanda/ desplazamiento del trabajo
- Nivel de autofinanciamiento
- Indicadores de sustentabilidad ecológica
- Internalización de costos ambientales: proporción y asignación

Principio 5. La conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del enfoque por ecosistemas

Marco Teórico/Empírico

- Los ecosistemas son productos de un largo proceso evolutivo y en gran medida coevolutivo.
- La capacidad de generar beneficios ambientales y económicos dependerá de su integridad ecológica.

Se define integridad ecológica como el:

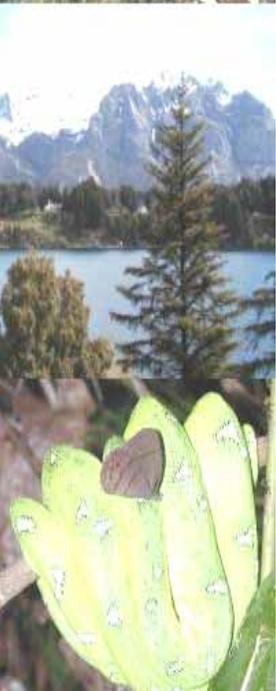
- Estado de un ecosistema que le permite mantener sus propiedades emergentes identificables, tanto en composición, estructura y función, como también los servicios ambientales que de él se generan (en un punto específico sobre este tema ampliaremos este concepto)
 - ♦ Ej. Un ecosistema en principios de fragmentación puede mantener integridad hasta los límites en los cuales la falta de conectividad, los efectos de pérdida de especies por reducción de poblaciones y aislamiento e incidencia de eventos catastróficos (fuegos, enfermedades, etc.), lleven a cambios significativos de sus propiedades emergentes que lo caracterizan.

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Integridad y funcionalidad ecológica
- Propiedades emergentes de los ecosistemas
- Estructura a nivel de paisaje
- Servicios ambientales
- Aspectos económico-productivos (productividad, equidad, costo/beneficios)



CAPÍTULO II



Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Selección y medición de indicadores ambientales: bioindicadores, ecoindicadores, geindicadores
- Eficiencia energética
- Tasa de flujo de nutrientes críticos
- Calidad del suelo/agua
- Índices de Integridad Biológica
- Grado de dependencia en insumos externos críticos
- Incidencia de plagas/enfermedades
- Productividad

Principio 6. Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento

Marco Teórico/Empírico

- Los ecosistemas presentan diversos principios de funcionamiento basados en la teoría o modelo del no-equilibrio, entre ellos la resiliencia (elasticidad).
- Si las fuerzas de cambio sobre algún componente clave de un ecosistema genera un cambio de estado detrimental para su integridad, se perderán atributos significativos (y únicos) de los ecosistemas

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Niveles de “estabilidad” relativa en la productividad (no decreciente a lo largo del tiempo bajo presión de uso)
- Grado de resiliencia (estabilidad) de los ecosistemas (o de los atributos de la biodiversidad)
- Grado de “confiabilidad” y “adaptabilidad” de los ecosistemas (o de sus atributos) bajo gestión

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Selección y medición de indicadores ambientales: bioindicadores, ecoindicadores, geindicadores, de acuerdo a los diferentes niveles de organización de la biodiversidad
- Productividad de los ecosistemas
- Tasa de lujo de nutrientes (relación entradas/ salidas de nutrientes críticos)
- Índices de Integridad Biológica
- Cambios en la biomasa total
- Rendimiento energético
- Grado de degradación del suelo

Principio 7. El enfoque por ecosistemas debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas

Marco Teórico/Empírico

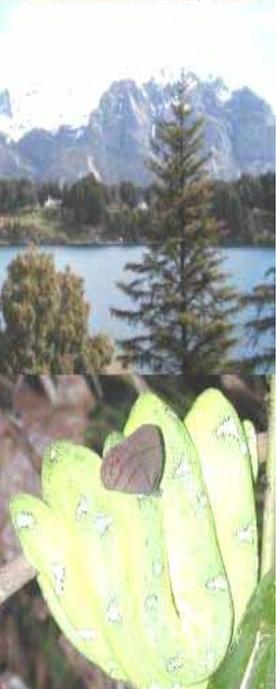
- La biodiversidad está estructurada en escalas espaciales y temporales múltiples: Ecosistemas, paisajes, comunidades, poblaciones, genes
- La biodiversidad (y los atributos de los ecosistemas) cambian con el tiempo en escalas históricas, ecológicas y evolutivas

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Seguimiento a los cambios que ocurren en diferentes atributos composicionales, estructurales y funcionales de los ecosistemas, según los niveles de organización de la biodiversidad

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Tasas de cambio de los componentes y atributos de los ecosistemas



- Tendencias y dirección de la sucesión ecológica
- Selección y medición de indicadores ambientales: bioindicadores, ecoindicadores, geindicadores
- Indicadores de dinámica de paisajes
- Indicadores de composición, estructura y función en los diferentes niveles organizacionales de la biodiversidad.

Principio 8. Habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan los procesos de los ecosistemas, se deberían establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas

Marco Teórico/Empírico

- Los cambios naturales sufren sinergia con cambios antropogénicos que afectan o podrían afectar la integridad de los ecosistemas (cambios climáticos globales, fragmentación de ecosistemas, pérdida de redundancia ecológica, cambios en la sucesión ecológica)
- La gestión de los ecosistemas considerando escenarios futuros de cambios, deben ser las guías para mantener su integridad a largo plazo

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Atributos e indicadores de integridad ecológica
- Niveles de alteración de patrones espaciales y temporales a nivel de paisaje y ecosistemas
- Escenarios ecoregionales de acuerdo a las tendencias de cambios naturales y antropógenos en los ecosistemas

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Indicadores de biodiversidad, enfocando en especies claves y especies redundantes
- Índices de Integridad Biológica Indicadores de procesos ecológicos (migraciones, fenología, interacciones)
- Índices de fragmentación y alteración del paisaje, conectividad

Principio 9. En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable

Marco Teórico/Empírico

- En el marco del modelo del no-equilibrio, los ecosistemas cambian en diferentes direcciones y no de manera cíclica
- Estos cambios implican una gran fracción de incertidumbre, lo que lleva a una gestión adaptativa de los ecosistemas

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Atributos e indicadores de integridad ecológica de los ecosistemas bajo gestión Desarrollo de sistemas de monitoreo Procedimientos establecidos de toma de decisiones basado en resultados de monitoreo
- Implementación de modelos de manejo adaptativos tanto en agroecosistemas como en ecosistemas naturales bajo gestión

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Sistemas de monitoreo diseñados e implementados
- Selección y desarrollo de indicadores Integración de la información generada por el

monitoreo a las toma de decisiones de manejo sobre los ecosistemas

- Mejoras en la toma de decisiones
- Reducción de la incertidumbre en la gestión de los ecosistemas

Principio 10. En el enfoque por ecosistemas se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su integración

Marco Teórico/Empírico

- La adecuada gestión de los ecosistemas implica el manejo de los recursos naturales bajo un gradiente dinámico de protección absoluta hasta el uso intensivo
- El enfoque de ecología de paisaje y de los límites de producción e integridad de los ecosistemas, constituyen el marco teórico adecuado para la gestión

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Grado de ordenamiento territorial en el uso de los recursos naturales a nivel de un ecosistema (o conjunto de ecosistemas)
- Representación equilibrada del gradiente de uso, dentro de los límites de integridad ecológica de los ecosistemas
- Niveles de productividad, resiliencia, confiabilidad y adaptabilidad de los ecosistemas

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Proporción entre espacios protegidos y no protegidos

- Gradiente de aprovechamiento de los recursos naturales
- Áreas de alto valor para la conservación de la biodiversidad o procesos ecológicos claves bajo amenaza
- ProductividadCambios en la producción de servicios como aguaTasas de erosión/ salinización
- Tasas de deforestación
- Grado de conectividad de la cobertura natural
- Bioindicadores

Principio 11. En el enfoque por ecosistemas deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales

Marco Teórico/Empírico

- Se reconoce el valor del conocimiento empírico de las comunidades locales, como resultado de un proceso interactivo hombre-naturaleza desde la perspectiva histórica y evolutiva
- Cuando mayor es el conocimiento sistemático sobre la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas (y de los restantes niveles de la biodiversidad) mayor será la capacidad de gestión enfocado a su integridad ecológica

Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar

- Nivel de adopción de tecnologías apropiadas basadas en el conocimiento local



- Grado de integración e innovación de técnicas de gestión de los ecosistemas, desarrolladas con base científica consistente
- Grado de conocimiento de la integridad ecológica de los ecosistemas bajo gestión

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Grado de funcionamiento de mecanismos rescate, sistematización y aplicación del conocimiento tradicional
- Tipos de tecnologías apropiadas basadas en el conocimiento científico adaptadas al potencial de los ecosistemas
- Producción científica sobre temas relevantes a la gestión de los ecosistemas

Principio 12. En el enfoque por ecosistemas deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes

Marco Teórico/Empírico

- La gestión de los ecosistemas es una cuestión de conjunto (de sistemas), por lo que todos los interesados (usuarios/ beneficiarios/ afectados) deben estar involucrados
- El conocimiento compartido entre los gestores de los ecosistemas, debe sustentarse en una sólida información científica multi e interdisciplinaria. Atributos / Componentes sobre los cuales evaluar
- Grado de participación intersectorial
- Nivel multi e interdisciplinario de los grupos tomadores de decisión o de sustento para la gestión



- Eficiencia y eficacia en la gestión de los ecosistemas

Medición/Evaluación/Indicadores Generales

- Número de sectores involucrados en la gestión de los ecosistemas
- Valor de las políticas o normativas que viabilizan la gestión integral de los ecosistemas
- Composición de los equipos interdisciplinarios vinculados a la gestión
- Tasa del flujo de la información entre el ámbito académico y el de toma de decisión

Este enfoque es el más importante para el manejo de áreas protegidas en los trópicos. Sin embargo, existen varios problemas que enfrentar para que este manejo sea operativo.

➤ EL ENFOQUE DE ECOREGIONES

Finalmente, un enfoque derivado del de ecosistemas, es el de ecoregiones. Una ecoregión es (basado en Ibisch et al. 1999): un área que consiste de una agrupación característica de comunidades naturales que:

1. A su vez comparten muchos taxa, dinámicas ecológicas y condiciones ambientales, y
2. Tienen una mayor interrelación e interdependencia biológica y ecológica entre sí, que con las comunidades que se encuentran fuera de ella.

De acuerdo a Dinerstein et al. (1995), una ecoregión es un conjunto geográficamente distinguible de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies, dinámicas ecológicas y poseen condiciones ambientales similares y cuyas interacciones ecológicas son críticas para su persistencia a largo plazo. Estos autores consideran que la ecoregión como unidad es el nivel mínimo de resolución para aplicar efectivas medidas de conservación en sentido regional. A nivel de ecosistemas, podemos decir que una ecoregión es un conjunto de ecosistemas que tienen más en común entre ellos que con sus vecinos.

Este enfoque no se diferencia del de ecosistema visto anteriormente en cuanto a sus principios básicos de manejo, pero sí en cuanto a la escala y énfasis en el mantenimiento de la integridad espacial. Este enfoque apunta a lograr mega unidades de conservación donde se mantengan los flujos de energía, materiales y organismos entre los ecosistemas constituyentes, de tal modo que aseguren escenarios más favorables frente a los cambios climáticos globales y a los procesos evolutivos de largo plazo. De esta manera, un sistema de áreas protegidas o unidades de manejo para una

ecoregión en particular, sería la estrategia más sólida para el mantenimiento de la integridad ecológica de la biosfera y de la conservación de la biodiversidad.

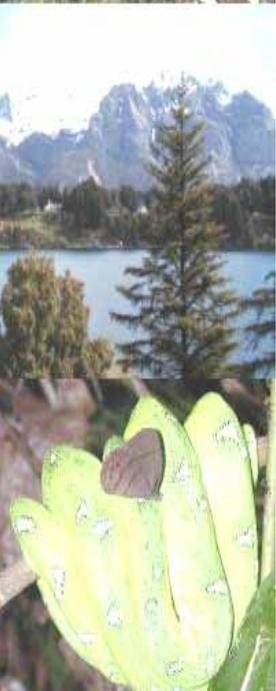
Modelos Para El Manejo

➤ MODELO PASIVO

Cuando las decisiones de manejo son tomadas en función de lo no intervención del administrador sobre los recursos naturales del área protegida. Es decir, se deja que los procesos naturales sigan ocurriendo sin ningún tipo de manipulación. Esto podría ser viable en áreas protegidas de grandes dimensiones, donde los procesos ecológico-evolutivos toman lugar sin ninguna intervención directa o indirecta del hombre. Sin embargo, frente a escenarios de cambios climáticos globales, ningún área protegida, por más grande que sea, estará exenta de otro tipo de manejo que no sea el pasivo. Este modelo ha sido el preponderante tradicionalmente en los sistemas de parques nacionales en América del Norte y en parte de América Latina, pero cada vez más está dando lugar a otros modelos como el activo y el adaptativo.

➤ MODELO ACTIVO

Cuando las decisiones de manejo llevan a intervenir directamente sobre los recursos naturales del área protegida, en función de objetivos específicos preestablecidos, como por ejemplo la cosecha de fauna (por ej. cosecha de huevos de tortugas marinas para viabilizar la población de las especies, como el caso del



Refugio Ostional, Costa Rica), fuegos prescritos (común en áreas donde el fuego puede ser crítico para la conservación de los ecosistemas forestales, por ejemplo Áreas Protegidas con bosques templados en Canadá y Estados Unidos, o con sabanas y pastizales en Sudamérica), modificación artificial del régimen de un cuerpo agua (por ejemplo en el Parque Nacional Palo Verde, Área de Conservación Tempisque, Costa Rica). En algunos casos, este modelo "intervencionista" ha dado buenos resultados, pero en otros casos no. Tiene más éxito si es acompañado de un modelo adaptativo.

➤ MODELO ADAPTATIVO

Cuando se administra de acuerdo a un plan por el cual las decisiones son hechas en función de lo que se sabe y se aprende acerca del sistema bajo manejo, incluyendo información de los efectos previos a las acciones de manejo. En este modelo, el monitoreo de las respuestas del sistema a las acciones de manejo es primordial.

El manejo adaptativo se basa en reconocer que el manejo de los recursos naturales es siempre experimental y que nosotros podemos aprender a partir de la implementación de actividades y que este manejo puede ser mejorado en base a lo aprendido. (IUCN, Co-management of Natural Resources, 2000).

Criterios Ecológicos Para El Diseño De Reservas

1. Tamaño

- Las reservas grandes guardan más especies, soportan mejor las especies de amplio rango y tienen menores tasas de extinción que las reservas pequeñas
- Existen excepciones donde es preferible varias reservas pequeñas (Ej. Cape flora, Sudáfrica)

2. Heterogeneidad y dinámica

- Las reservas deben ser suficientemente heterogéneas como para mantener un régimen de perturbaciones que permita la dinámica de parches y una elevada diversidad de especies
- En las reservas pequeñas los disturbios pueden volverse catastróficos (ej. especies exóticas)

3. Contexto y forma

- En el diseño de una reserva, será necesario analizar su inserción a nivel del paisaje regional, para evaluar ventajas y peligros del contexto
- La forma debe minimizar la relación área/perímetro para reducir el efecto de borde





4. Conectividad

- Evaluar y maximizar el grado de conectividad actual y potencial de la reserva establecida o a establecer, mediante el diseño y planificación de corredores biológicos

5. Elementos del paisaje

- Incluir en las áreas protegidas unidades enteras y no porciones, de elementos del paisaje natural (unidades relativamente homogéneas que constituyen el paisaje total)
- Evitar incorporar unidades de paisaje modificado

6. Zonas Buffer

- Diseñar desde el inicio una zona de amortiguamiento “externa” a los límites potenciales del área protegida
- Alrededor de las zonas buffer establecer zonas de transición que unan paisajes protegidos y no protegidos, pero que potencialmente puedan unir otras reservas
- Tener en cuenta la funcionalidad de las Zonas Buffer en el contexto source-sink

Rol Del Monitoreo En El Manejo De Áreas Protegidas

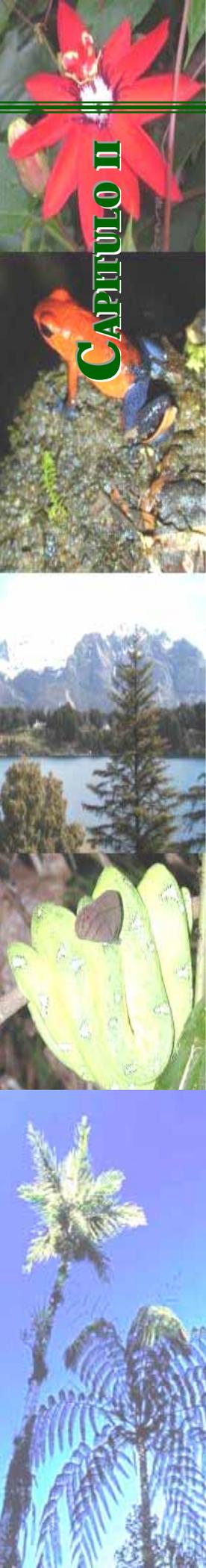
Definimos como monitoreo de las áreas protegidas al esfuerzo sistemático de muestreo que son necesarios para determinar tendencias (su dirección y magnitud), en los atributos (composición, estructura y función) correspondientes a diferentes escalas de la biodiversidad, que permitan

orientar y/o reorientar las tomas de decisiones dentro de un esquema de manejo adaptativo.

El enfoque de estos temas será teórico-práctico: se tomarán casos en los cuales funciona uno u otro tipo de manejo y las necesidades de monitoreo para cada uno de ellos. Se analizarán en detalle los casos de las áreas protegidas donde se desarrollarán las prácticas. El producto será la fundamentación teórica del tipo de manejo necesario y el enfoque de monitoreo a aplicar.

Métodos Para La Planificación

Diversas metodologías se desarrollaron para hacer frente al diseño y planificación de áreas protegidas. Para el enfoque ecoregional, el uso de grillas de visualización – como se muestra en el Ejemplo 2 del diseño de sistemas de monitoreo y en el diseño de zonas buffer- es una herramienta adecuada para esta planificación. The Nature Conservancy (TNC), desarrolló una metodología relativamente sencilla para la planificación de “sitio”, pero que es útil a diferentes escalas espaciales, incluyendo la ecoregional. De esta manera, en los Anexos encontrarán el documento: “Esquema de las cinco S para la conservación de sitios: un manual de planificación para conservación de sitios y la medición del éxito en conservación” (TNC, 2000) y “Evaluación de viabilidad de los objetos de conservación” (TNC, 2003), con su respectiva hoja de cálculo.



CAPÍTULO II

EL MONITOREO BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO

Niveles Del Monitoreo

De acuerdo a los niveles de biodiversidad definidos por Noss (1990) y vistos en el punto 1.2, es factible establecer diferentes niveles de monitoreo. De esta manera, podemos hablar del:

Nivel de monitoreo genético. Dentro de las poblaciones, donde lo que nos interesa medir y dar seguimiento es la variabilidad genética, las tasas de endogamia, la presencia de genes recesivos deletéreos, la tasa de deriva genética, el flujo génico, etc.

Nivel de las poblaciones. Estaremos interesados en medir los cambios en el tamaño poblacional (N), su tasa de crecimiento, cambios en la proporción de sexo o estructura de edades, que indiquen alteraciones atribuibles a cambios ambientales naturales o antrópicos, estructuras metapoblacionales y sistemas fuente-sumidero, etc.

Nivel de las comunidades. Enfocaremos el monitoreo para conocer los cambios en la diversidad (riqueza y distribución de las abundancias), las interacciones bióticas, proporción de especies endémicas, proporciones de formas de vida, entre otras variables.

Nivel de ecosistemas. El énfasis estará dado por conocer los cambios en la productividad primaria y el crecimiento de la biomasa, el ciclaje de nutrientes, tasas de flujo de

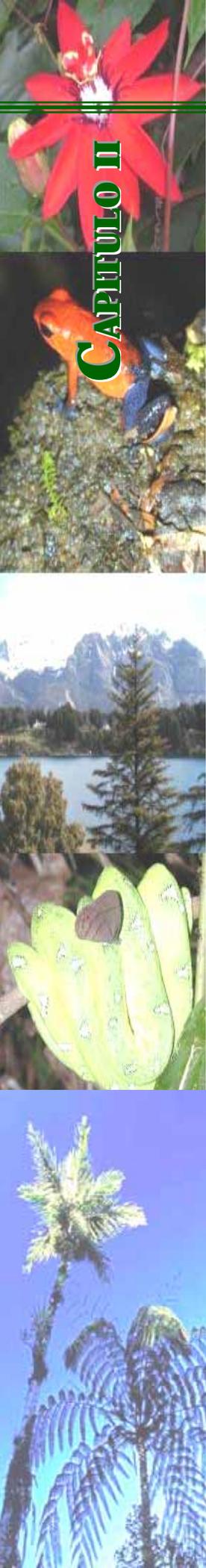
energía, tasas e intensidades de intervención humana, etc.

Nivel de paisaje regional. Estaremos enfocando el monitoreo de los cambios en la identidad, distribución, riqueza, proporciones de tipos de parches (hábitats) y conjuntos de paisajes, grado de conectividad, efectos de borde, etc.

Pero, además de estos niveles de monitoreo que se establece para los diferentes niveles de la biodiversidad, podemos tener diferentes perspectivas de la escala del monitoreo. De esta manera y siguiendo a Halffter (1998), identificamos un nivel de monitoreo desde la perspectiva ecológica, otra biogeográfica y otra intermedia o de mesoescala.

La perspectiva ecológica nos señala que el monitoreo debe ser circunscrito a áreas limitadas, con muestras locales de las comunidades y en una escala de tiempo de días o años. El monitoreo enfocado desde esta perspectiva, nos brinda señales de la estructura y función de las comunidades bióticas y de algunos componentes de la biodiversidad.

La perspectiva biogeográfica corresponde al otro extremo de las escalas espaciales y temporales del monitoreo y se refiere al estudio de las regiones o continentes sobre escalas de tiempo de milenios. Nos brinda estimaciones de las tasas de extinción, colonización de especies,



CAPÍTULO II

sucesión ecológica de largo plazo, etc.

La perspectiva de media escala (mesoscale perspective) corresponde al monitoreo a la escala de paisaje, donde la unidad de estudio varía en tamaño entre las escalas espaciales local y regional y sobre escalas temporales que van desde décadas a siglos. El monitoreo en esta escala genera estimaciones de los cambios de la biodiversidad en las diferentes unidades de un paisaje, de la dinámica de parches, de los cambios de especies de acuerdo al mosaico de paisaje, extensión de los ecotonos, etc.

Para cada uno de estos niveles, enfoques o perspectivas del monitoreo, existen diferentes grados de organización o profundización de las actividades de monitoreo. Así, para el nivel poblacional o el monitoreo desde la perspectiva ecológica, es posible identificar a su vez tres niveles de monitoreo: por Ej. Para aves migratorias (Manley et al. 1993) se han establecido los siguientes niveles:

Nivel 1: determinar resencia/ausencia poblacional de una determinada especie o sus tendencias poblacionales;

Nivel 2: relacionar las tendencias de las abundancias poblacionales de determinadas especies, a las características del hábitat o a los patrones de uso de la tierra y el

Nivel 3: monitorear las características demográficas de las especies, mediante estudios

poblacionales detallados y de gran esfuerzo de muestreo.

El Concepto De Indicadores

Es prácticamente imposible monitorear simultáneamente todos los niveles y componentes de la biodiversidad y de los aspectos físicos correlacionados. Si queremos dar seguimiento al nivel de especies, quizás no podamos evaluar demográficamente a todas las especies presentes en un área protegida, sino que sólo a unas pocas. La pregunta entonces es: Qué medir? La respuesta no es todavía totalmente satisfactoria, pero una de ellas es utilizar aspectos, partes o algunos componentes ambientales (incluyendo de la biodiversidad) que den información más o menos confiable de lo que está ocurriendo al conjunto.

De esta manera, surgió el concepto de indicadores ambientales, definidos – genéricamente – como toda medida sustitutiva de algún componente *ambiental, como la biodiversidad o la geología*. Existen diferentes tipos de indicadores, algunos de los cuales estaremos viendo a continuación.

➤ **GEOINDICADORES, SUELO, AGUA, ETC.**

Un **geoindicador** es una medida de cambio ambiental generado por los rasgos geológicos de un paisaje o ecosistema. Muchos aspectos geológicos y geomorfológicos son determinantes de la estructura de los ecosistemas y comunidades bióticas, tales como movimientos del suelo,

migración de dunas, fluctuaciones de aguas subterráneas, cambios en los parámetros geoquímicos, erosión, sedimentación, remoción en masa, etc. Algunas particularidades geológicas son importantes formadoras de nichos ecológicos para la fauna y flora, tales como para los

macrófitos, micrófitos y microfauna intersticiales, la biota intermareal, etc. En un área protegida, es importante tener en cuenta algunos de estos indicadores geológicos útiles para el monitoreo ecológico, como los siguientes (basado en Berger 1995):

COMPONENTE GEOLÓGICO	PROCESOS Y PARÁMETROS NATURALES UTILIZABLES COMO GEOINDICADORES
Costas	Tasas de erosión y sedimentación, nivel del mar, mareas
Desiertos	Movimiento de dunas, niveles y química del agua en superficie
Sistemas fluviales	Carga de sedimentos en ríos y corrientes, sedimentación de cuerpos de aguas, liberación de sedimentos a los márgenes continentales
Glaciares	Fluctuaciones del frente de los glaciares, balance de la masa glacial, cambios en los rasgos periglaciares, rocas glaciares, patrones del suelo glacial, etc.
Agua de superficie	Cambios en las características piezométricas del agua, calidad del agua (pH, metales, aniones, oxígeno disuelto, etc.)
Lagos	Nivel del lago, respuestas químicas a los cambios hidrológicos
Geoquímica del paisaje	Excesos o deficiencias de elementos en los suelos
Permafrost	Crecimiento de agujas de hielo, variación de la capa activa de hielo
Laderas	Frecuencia, extensión, volumen y tasa de movimientos de laderas, remoción en masa, pié de vaca, cárcavas,
Suelos	Metales pesados, biomasa microbial del suelo, pH, constituyentes solubles del suelo, productividad del suelo, capacidad del suelo, relación entre las arcillas y los componentes orgánicos, tasas de erosión del suelo, sedimentación de costas, formaciones kársticas, etc.
Humedales	Composición, extensión, tipo
Otros	Cambios mineralógicos debidos al clima, movimientos neotectónicos, tasas de deposición de loess, crecimiento coralino, etc.

Estos Geoindicadores describen fenómenos geológicos que tienen un efecto directo, geológicamente a corto plazo, sobre la tierra y sobre los organismos. La mayoría de los geoindicadores tienen una

perspectiva de mesoescala o escala del paisaje (como vimos arriba).

➤ **ECOINDICADORES: FLUJOS, PROCESOS, ETC.**

Estos indicadores pueden corresponder tanto a rasgos

geofísicos que determinan la dinámica de los paisajes regionales (como vimos en los geoindicadores) como de procesos ecológicos que toman lugar al nivel de ecosistemas. En este sentido, podemos definir un **ecoindicador** como una medida de cambio de algún componente del ecosistema.

Los flujos de nutrientes en el ecosistema, la tasa de ciclaje por ejemplo del P, K, N, etc., constituyen indicadores del funcionamiento y por lo tanto de la salud del ecosistema. Las tendencias (dirección, intensidad, rumbo, etc.) de los procesos de sucesión ecológica (primaria o secundaria), también conforman ecoindicadores capaces de brindarnos información sobre los cambios ecosistémicos.

Otros elementos de la estructura del paisaje, como por ejemplo la configuración, yuxtaposición, distribución de frecuencia de tamaño, grado de fragmentación, etc. de diferentes tipos de parches de hábitat, sirven de indicadores ecológicos del estado de salud del ecosistema. También, las tasas de perturbación, la extensión e intensidad de tales perturbaciones, su influencia sobre la estructura de la biodiversidad, etc., sirven de medidas sustitutivas del estado de cambio en un ecosistema.

➤ **BIOINDICADORES; EL ENFOQUE ESPECIECÉNTRICO**

Un bioindicador (o indicador biológico) es una medida que detecta y monitorea los cambios en la biota para reflejar cambios en las

condiciones ambientales. Siempre se consideró a las especies como indicadores biológicos; de allí el enfoque "especiecéntrico" que tienen los bioindicadores en general. Siguiendo a McGeogh (1998), diferenciamos tres categorías de bioindicadores:

Indicadores ambientales. Es una especie o un grupo de especies que responden predeciblemente, de un modo que es efectivamente observado y cuantificado, a los disturbios ambientales o a cambios en las condiciones ambientales generales. Pertenecen a esta categoría todas las especies que indican cambios en las condiciones físicas y químicas del ambiente, tales como concentración de contaminantes, falta de algún componente químico vital (como el oxígeno), etc. A estos pertenecen los llamados centinelas, acumuladores, detectores, entre otros. Los líquenes (contaminación aérea) y las rapaces (acumulación de tóxicos y deterioro de la cáscara del huevo), son buenos ejemplos de especies indicadoras ambientales.

Indicadores ecológicos. Especies o grupos de especies utilizados en demostrar los efectos de cambios ambientales, tales como alteración del hábitat, fragmentación, efecto de borde, cambios climáticos, etc. En sentido amplio, un indicador ecológico es una especie utilizada como una medida de las condiciones de un hábitat particular, comunidad o ecosistema. Por ejemplo, para medir el efecto de borde sobre la biota (una de las primeras consecuencias de la fragmentación de las áreas



CAPÍTULO II

protegidas), se utilizan medidas de cambios en la tasa de predación de nidos de aves o de parasitismo de cría. El monitoreo de este efecto sobre un grupo de especies de aves, nos indica que el borde -producto de la fragmentación del hábitat-, está generando un impacto negativo sobre toda la biota. Otro ejemplo, lo que ocurre con la pérdida de especies de anfibios en hábitat montañosos aislados, podría ser un indicador de los cambios climáticos globales sobre la biota, etc.

Indicadores de biodiversidad: grupo de taxa (por Ej. género, tribu, familia, orden o grupo de especies de un rango taxonómico superior) o grupos funcionales (por ej. gremios o "guilds") cuyas diversidades reflejan alguna medida de la diversidad (riqueza de especies, nivel de endemismo, relación especie-abundancia) de otros taxa superiores en un hábitat o conjunto de hábitat. En este caso, la riqueza de especies (u otra medida de diversidad) de un taxón indicador particular o grupo funcional, es usado para estimar la riqueza de especies de otros taxa (que pueden o no estar estrechamente relacionados). Por ejemplo, la diversidad (medida por ejemplo con algún índice derivado de la teoría de la información como Shannon-Wiener) de los moluscos pelecípedos de la costa marina de Cabo Blanco, serán un indicador de biodiversidad para toda la biota costero-marina de la reserva. O bien, la diversidad de coleópteros arborícolas del bosque tropical, será un indicador de la biodiversidad de la entomofauna (o más ampliamente de

toda la biota asociada a los árboles) del bosque tropical.

➤ OTROS ENFOQUES DE ESPECIES

A pesar que el concepto de indicadores es ampliamente utilizado en la ecología y el manejo, existen críticas y observaciones sobre su valor e importancia. De acuerdo a varios autores (por ej. Landres et al, 1988, Simberloff, 1997), el concepto de especie indicador es problemático debido a que no hay consenso sobre *qué* el indicador se supone que indica y debido a que es difícil conocer *cuál* es la mejor especie indicador, aún cuando todos estemos de acuerdo *qué* es lo que indica.

De esta manera, han surgido los conceptos de especies paraguas (umbrella), banderas (flagship) y claves (keystone), como alternativas al concepto de especies indicador. De estos conceptos, el menos aceptado es el de **especie bandera**; ya que se trata de especies que tienen un valor mas bien emblemático (o carismático) en un ecosistema o área protegida y simplemente no indica la salud de todo el conjunto de la biota.

El concepto de **especie paraguas** es muy interesante, ya que se trata de especies que requieren grandes superficies para mantener poblaciones mínimas viables, como por ejemplo grandes rapaces o carnívoros. El mantener poblaciones saludables de especies paraguas, nos aseguramos que estamos manteniendo poblaciones viables de cientos o miles de especies de esa comunidad biótica.



Sin embargo, el mejor concepto para medir cambios en el ambiente, es el de **especies claves**; es decir aquellas especies cuya presencia en la comunidad genera un impacto significativo sobre un gran número de especies, ya sea por que tienen gran número o biomasa, o mantiene múltiples interacciones biológicas, o genera hábitat o microhábitat. Por ejemplo, una especie de tortuga dentro de un ecosistema forestal, produce madrigueras que son utilizadas secundariamente por cientos de otras especies, algunas de ellas usuarios "obligados". Si la especie de tortuga desapareciera, su impacto negativo sobre la estructura de la biodiversidad será muy grande. El enfoque de manejo usando especies claves, es una alternativa importante en el enfoque de ecosistema para el manejo de áreas protegidas.

Diseñando Un Sistema De Monitoreo

Vamos a ver primero unas recomendaciones generales establecidas por Noss (1990) para el diseño de un sistema de monitoreo. Según este autor, debemos dar diez pasos para implementar un proyecto de monitoreo de biodiversidad:

- Qué y por qué efectuar el monitoreo? Establecer metas y objetivos del monitoreo. Por ejemplo, mantener la conectividad de manchas de bosques, mantener poblaciones viables de especies claves, restaurar el hábitat de especies en peligro en un área protegida, eliminar especies exóticas en un refugio de vida silvestre, etc.

- Obtener e integrar información existente. Recopilar y sistematizar la información disponible sobre biodiversidad, en bases de datos y sistemas de información geográfica, de acuerdo a las metas y objetivos del monitoreo.
- Establecer condiciones de base. Conocer el estado actual del sistema a monitorear, por ejemplo cobertura vegetal, especies en peligro, tendencias de alteración de hábitats, dinámica de parches, etc., incorporados a los sistemas de información geográfica.
- Identificar zonas importantes y ecosistemas con alto riesgo. Definir áreas importantes para la conservación de la biodiversidad, determinar el valor biológico-ecológico para el monitoreo, identificar ecosistemas o hábitats más vulnerables y de alto riesgo, etc.
- Formular preguntas específicas para ser respondidas mediante el monitoreo. Cuáles son las tendencias en fragmentación, invasión de especies exóticas, pérdida de hábitat y estabilidad de poblaciones de especies amenazadas, etc?
- Seleccionar indicadores. Identificar indicadores de composición, estructura y función en varios niveles de organización.
- Identificar áreas control (o testigos) y tratamientos. Identificar las áreas testigos para cada ecosistema o hábitat a monitorear y áreas con diferentes tipos de "tratamientos", referido a áreas sometidas a diferentes presiones antrópicas o de uso.
- Diseñar e implementar un esquema de muestreo. Aplicando los principios de diseño experimental, diseñar el muestreo y el

levantamiento de datos, respecto a tipos, forma, tamaño y número de las unidades muestrales, distribución espacial de las unidades muestrales, técnicas de levantamiento de datos, etc.

- Validar las relaciones entre indicadores y metas finales. Verificar la confiabilidad de los indicadores mediante investigación específica y detallada.
- Analizar tendencias y recomendar acciones de manejo. Exponer los resultados de tal forma que sea de utilidad para los tomadores de decisión de manejo, orientando la planificación, las prácticas, las regulaciones, leyes, normas, políticas, etc.

A continuación, veremos dos ejemplos de métodos de diseño de un sistema de monitoreo, aplicado a diferentes condiciones y niveles:

Ejemplo 1

Escenario: Área mixta no muy extensa (de miles de ha) con una red de reservas de pequeñas superficies interdigitadas con áreas de uso intensivo, incluyendo asentamientos urbanos. Ubicación espacial: Canadá, América del Norte.

Enfoque de manejo: ecosistema (a nivel de paisajes) para el plan de manejo de áreas con fuerte influencia humana (basado en Lajeunesse et al. 1995). Se trata de un método que permite monitorear el manejo de áreas protegidas interdigitadas con áreas de fuerte uso antrópico o bien de áreas sometidas a uso público intensivo.

Procedimiento: todo sistema de monitoreo debe estar basado en un Plan de Manejo ya sea de un área o de un sistema de unidades de manejo. El procedimiento seguido fue a). Diseño del Plan a través de un proceso de evaluación ecológica, b). Implementación de intervenciones de manejo y c). Desarrollo de un programa de monitoreo.

a) diseño del Plan de Manejo mediante la evaluación ecológica.

Este procedimiento combina dos conceptos: 1. valor biológico de la vegetación y de al menos un componente faunístico (por ej. las comunidades de aves, o mamíferos) y 2. La fragilidad de los suelos. Aplicando una técnica de ponderación aditiva con estos criterios, es posible definir áreas de sensibilidad.

Los pasos para esta etapa son:

1. Inventario cuantitativo de los recursos en unidades biofísicas homogéneas, para uniformizar las combinaciones de características de suelos y tipos de vegetación.
2. Valoración ecológica de la vegetación establecida en base a cinco criterios:
 - Originalidad del tipo de vegetación
 - Grado de representación
 - Grado de sucesión-perturbación
 - Rareza
 - Riqueza
3. Valoración ecológica de de la vida silvestre basada en cuatro criterios:
 - Originalidad
 - Representatividad Rareza
 - Presencia de hábitat específicos
4. Determinación de la fragilidad biótica basándose en las características de la textura del suelo,



CAPÍTULO II

drenaje, pendiente y probabilidad de anegamiento

5. Desarrollar grillas de sensibilidad de acuerdo a los valores ecológicos y fragilidad de los suelos, por ej.:

GRILLA DE SENSIBILIDAD				
	EV-1	EV-2	EV-3	EV-4
SF-1	1	2	3	3
SF-2	1	2	3	3
SF-3	2	3	4	4
SF-4	2	3	4	4

SF = fragilidad de suelos

EV = valor ecológico

Rangos: 1 alta fragilidad, alto valor ecológico, alto grado e sensibilidad; 4 baja fragilidad, bajo valor ecológico, baja sensibilidad.

6. Integrar todos estos componentes en un Sistema de Información Geográfica capaz de generar coberturas de un solo criterio o de varios criterios superpuestos.

7. La superposición de todos los índices de valores ecológicos y de fragilidad de suelos resultan en la construcción de un mapa de sensibilidad ecológica que provee una síntesis visual de la calidad ecológica y de la fragilidad de los ecosistemas dentro y alrededor de las áreas protegidas.

b). Intervenciones o acciones de manejo. La implementación de intervenciones de manejo se sustenta en el concepto – para este caso – de la sucesión ecológica (debido a que es un sistema de áreas protegidas con fuerte intervención humana). Por lo tanto reconoce que la dinámica natural de las comunidades de plantas es un componente esencial para la protección de áreas silvestres

y toma en consideración los efectos directos sobre muchos componentes de los ecosistemas.

Los principios de las intervenciones de manejo son:

1. Influenciar la tasa de sucesión ya sea para:

- Mantener la calidad ecológica,
- Recuperar sitios degradados que han perdido calidad de hábitat o
- Permitir el mantenimiento de las actividades recreativas.

2. Utilizar los mapas de sensibilidad (o de cualquier criterio ecológico) para guiar las toma de decisiones de manejo

3. Considerar las siguientes opciones de manejo:

- Acelerar la sucesión natural interviniendo en la velocidad de los procesos naturales de sucesión de las comunidades de plantas, por ejemplo promoviendo colonizadores en zonas deforestadas, enriquecimiento con especies de etapas serales avanzadas, etc. Esta recuperación de hábitat con calidad ecológica perdida o reducida incrementa la vida silvestre (“manejo activo”)
- Bloqueo o inhibición de procesos que permitan el mantenimiento de una comunidad en un determinado estado sucesional, por ejemplo para mantener una especie de interés y sólo presente en una determinada etapa de la sucesión o bien para mantener áreas disponibles para actividades educativas, recreativas o de investigación científica (“manejo activo”)
- Mantener el proceso sin ningún tipo de intervención, de tal modo que la sucesión tome su curso de manera exclusivamente natural (acción de no-



CAPÍTULO II

manejo o “manejo pasivo” como lo vimos anteriormente)

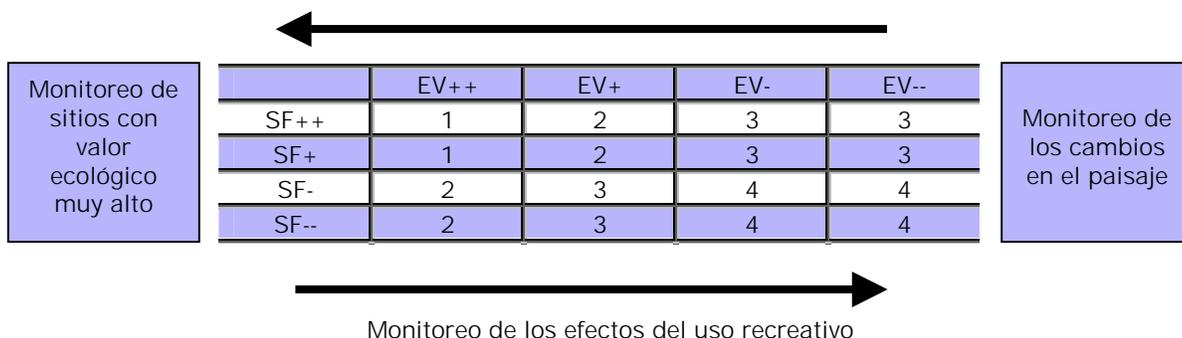
c) **desarrollo de un programa de monitoreo.** El programa de monitoreo es el tercer componente de un plan de manejo y proporciona una evaluación regular de la calidad de las áreas protegidas. El objetivo primario de este programa, es evaluar los cambios en la calidad e integridad de las áreas naturales lo que en términos teóricos implica reconocer cualquier reducción o incremento eventual en la calidad ecológica de cada unidad homogénea presente en el área protegida. En el escenario actual del ejemplo, este reconocimiento implica dar

seguimiento, cuantitativamente, a los cambios o a los movimientos de cada una de las celdas de la grilla de sensibilidad ecológica. Siguiendo el ejemplo, el programa de monitoreo debería enfocarse en los siguientes aspectos:

- Efectos del uso recreativo
- Efectos ecológicos de las intervenciones de manejo
- Cambios del paisaje
- Sitios de muy alto valor ecológico

Tomando a la grilla como base para el diseño del sistema de monitoreo, entonces las celdas de unidades homogéneas clasificadas con valor 1 y 2 serán las prioritarias para dar el seguimiento necesario:

Monitoreo de los efectos ecológicos de las intervenciones de manejo



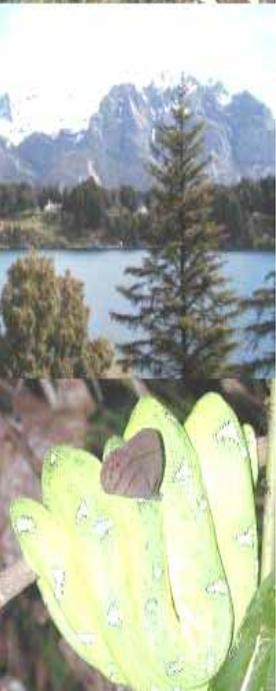
Los cuatro aspectos del monitoreo están en relación a la Grilla de Sensibilidad: efectos de las intervenciones de manejo (unidades de valor ecológico creciente); efectos del uso recreativo (que impide o reduce el valor ecológico de las unidades); conservación de sitios con alto valor ecológico (unidades 1 y 2) y cambios en el paisaje (todas las unidades).

Por lo tanto, el sistema de monitoreo debe estar basado en estos cuatro aspectos:

Efectos del uso recreativo. El primer paso es seleccionar los sitios donde potencialmente existan conflictos entre el uso recreativo y la conservación. Luego poner en un mapa los tipos de usos recreativos en cada uno de estos sitios y el grado de intensidad (por ej. número de senderos, número de usuarios, tipo de actividad, etc.). Luego se



CAPÍTULO II



superpone el mapa de sensibilidad ecológica obtenido en la etapa de diseño del Plan de Manejo, para tipificar los conflictos entre el uso y la valoración ecológica de las unidades. Finalmente, los sectores a ser monitoreados estarán definidos en base a tres criterios de forma priorizada: 1. Sensibilidad de la zona, 2. Intensidad de la presión de los usuarios y 3. Tipo de infraestructura existente (caminos, sitios de campamento, miradores, etc.). Obviamente, las áreas de alta sensibilidad en conflicto con uso recreativo de cualquier tipo, tendrá la máxima prioridad para ser incluida en el sistema de monitoreo.

Sitios con alto valor ecológico. Las unidades con clase 1 en la grilla de sensibilidad, tendrán particular prioridad para dar seguimiento al estado de conservación, independiente del grado de uso. Aquí, el criterio no son los conflictos de uso y conservación, sino solamente el valor per se de conservación que tienen los sitios en las áreas protegidas (especies endémicas, hábitat únicos y especiales, etc.). Por lo tanto, el principal objetivo de este aspecto del monitoreo es proveer la información necesaria para caracterizar la evolución de la calidad ecológica de las comunidades excepcionales en el área y la distribución de las poblaciones más importantes de especies en peligro o vulnerables. Para este aspecto se realizan inventarios e inspecciones para evaluar los cambios en composición de especies, riqueza, diversidad, características claves de las comunidades bióticas, de tal modo de dar seguimiento a largo

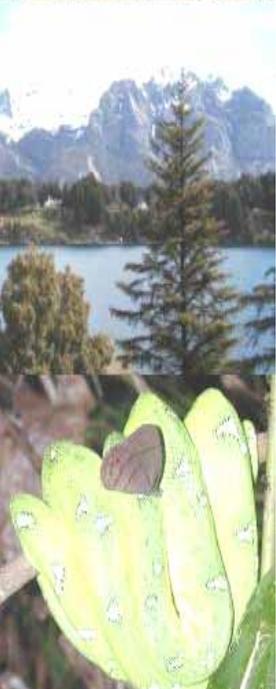
plazo de los cambios en los ecosistemas.

Significancia ecológica de las acciones de manejo. Para el ejemplo, las intervenciones de manejo son vistas como esfuerzos de restauración ecológica. Por lo tanto, el monitoreo de la restauración ecológica deberá ser una medida del grado de éxito de las intervenciones de manejo. En este caso se evalúa n los cambios en la composición de especies de las diferentes etapas serales, cambios en la velocidad de sucesión ecológica secundaria, etc.

Resultados del manejo a nivel del paisaje. Los atributos del paisaje, tales como parcheo y conectividad, tienen significancia para la distribución y abundancia de muchas especies, sobre todo de aquellas que tienen estructuras metapoblacionales (como ya vimos anteriormente). Por lo tanto, el monitoreo a nivel del paisaje es fundamental e involucra todas las unidades en el sistema de Grilla de Sensibilidad. Para este caso se seleccionan diversos indicadores que son seguidos mediante el uso de fotos aéreas e imágenes satelitales, tales como: número y tamaño de parches de hábitat, índices de diversidad de paisaje, longitud de bordes, análisis de fragmentación y conectividad, etc.

Ejemplo 2

Escenario. Área de gran superficie (millones de ha) donde se encuentran áreas protegidas de diferentes extensiones y categorías, con presencia humana y presiones antrópicas de diferente extensión y



magnitud. Lo que predomina es el paisaje poco o nada intervenido. Ubicación espacial: Bolivia, Sudamérica.

Enfoque de manejo. Enfoque de ecoregión para la planificación orientada a la conservación de biodiversidad (basado en Ibisch et al. 2001). Es un método que integra indicadores biológicos y de integridad ecológica aplicados a la determinación de valores naturales que deben conservarse.

Procedimiento. Nuevamente, todo sistema de monitoreo debe estar basado en un Plan de Manejo, denominado en este caso Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible, involucrando áreas con diferentes tipos de uso y grados de conservación. El proceso que se aplicó tuvo el siguiente fundamento teórico:

El Plan priorizó la conservación de la biodiversidad y del medio ambiente, el desarrollo integral y equitativo; y la sostenibilidad ecológica y económica del uso y manejo de los recursos naturales. La planificación de la conservación tiene un fuerte enfoque científico sobre la biodiversidad, pero también reconoce e integra los aspectos sociales, económicos políticos e institucionales del área de acción, como elementos que están íntimamente relacionados con la biodiversidad.

El proceso de elaboración del Plan debe responder entonces a los lineamientos de la denominada: planificación integral de conservación basada en ecoregiones,

fundamentada en la biología de la conservación, respetando y considerando las necesidades humanas a satisfacer en un proceso de desarrollo sostenible y aprovechando herramientas de planificación a escala ecoregional. Se basa en la biología de la conservación porque se enfoca en la biodiversidad buscando la representación adecuada de los diferentes elementos que la componen, dando énfasis especial al nivel de especies. También, porque está orientada a procesos de corto hasta largo plazo que actúan sobre la biodiversidad y reconoce la importancia que sobre ella tienen los cambios ambientales permanentes, tanto naturales como causados por la acción humana y prioriza la integridad y conectividad de los ecosistemas naturales. A su vez, respeta y considera la dimensión humana al buscar la integración entre lo deseable de una visión de conservación desde el punto de vista de la biodiversidad y lo factible desde la perspectiva socio-económica-política, identificando tanto los deseos de los actores como las amenazas, oportunidades y limitantes existentes. Finalmente, aprovecha las herramientas de planificación ecoregional al utilizar metodologías diseñadas específicamente para optimizar el proceso de planificación y gestión para la conservación y el desarrollo sostenible a escala de regiones ecológicas, aplicadas con el uso de Sistemas de Información Geográfica.

La planificación ecoregional implica la zonificación ecológica-económica, tomando en cuenta criterios que respondan a los principales objetivos

de la conservación: mantener una adecuada representación de la biodiversidad y además su viabilidad y funcionalidad. A este tipo de zonificación se la denomina ecoregional. La zonificación ecoregional logra simultáneamente identificar zonas ecológico-económicas y zonas relevantes para el mantenimiento de la biodiversidad. Las etapas seguidas en este ejemplo fueron:

Etapas 1: Preparación y organización.

Es la etapa inicial del proceso que genera las condiciones de base para la planificación, definiendo el marco conceptual y metodológico, el plan de actividades, el inicio del relacionamiento y el compromiso de participación con los distintos grupos de interés de la zona.

Etapas 2: Diagnóstico. Etapa que permite el conocimiento de la región en todos sus ámbitos: ambiental, social, económico, institucional y funcional, lo que implica el:

Levantamiento y análisis de la información. Identificar, ordenar y espacializar (poner en mapas) la información primaria y secundaria.

Síntesis de la información. Fase en la que se sistematiza y resume la información por ejes temáticos (social, económico, ecológico, etc.), como base para la siguiente fase.

Etapas 3: Evaluación integral. Etapa que articula el diagnóstico con el marco propositivo (es decir las propuestas de intervención o acciones de manejo, ya que todos los pasos están enfocados a determinar la Visión de conservación y desarrollo sostenible y el esbozo de las líneas de acción del Plan. Es una etapa

compleja donde se realizan los análisis e integración de los datos biofísicos y socioeconómicos sistematizados, utilizando procedimientos técnicos como la zonificación ecoregional y la definición de prioridades en base de información biológica y socioeconómica integrándola en un Sistema de Información Geográfica.

Los pasos para este análisis son:

Valoración biológica-ecológica

espacial: determinación de los valores biológicos-ecológicos (los datos se proyectan en un Sistema de Información Geográfica).

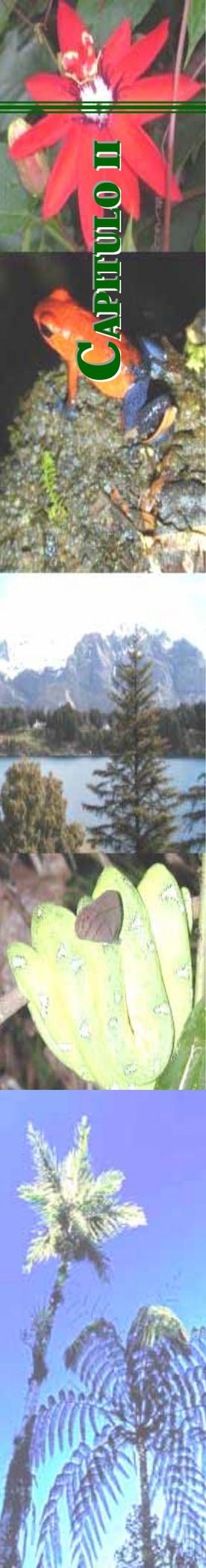
Determinación del estado de conservación: determinación de cómo la situación socio-económica está afectando la conservación (integridad de hábitat, perturbación y contaminación).

Desarrollo de la visión biológica deseable: determinación de las necesidades y actividades de conservación deseables, basadas exclusivamente en los resultados del diagnóstico y en el estado de conservación.

Determinación de prioridades espaciales: propuesta de áreas biológicas-ecológicas de valor para la conservación.

Análisis de vacíos de conservación: determinación de las necesidades de protección deseables en base a los anteriores pasos y al análisis de la tenencia de tierra.

Determinación de prioridades espaciales-temporales: considerando las condiciones negativas actuales (escenarios negativos), las actividades futuras que implican fuertes impactos negativos



(amenazas futuras) y las prioridades espaciales, se determinan las áreas biológicas y ecológicas donde se deberían realizar acciones de conservación teniendo en cuenta tanto la dimensión de tiempo como de espacio.

Definición preliminar de acciones con base en las necesidades identificadas: determinación de las acciones que pueden implementarse en base a los resultados obtenidos en los anteriores pasos y considerando los aspectos favorables (escenarios positivos) que surgen directamente de la etapa de diagnóstico.

Comprobación de la viabilidad biológica de las acciones propuestas: en este paso se realiza una comparación entre los resultados obtenidos y la visión biológica deseable, de tal manera se pueda controlar lo posible con lo deseable.

Visión preliminar de conservación y desarrollo sostenible y programas preliminares: determinación de los contenidos de la visión de conservación y desarrollo sostenible factibles para la zona de estudio. Contenidos que se validarán en el proceso de Consulta pública con los actores locales. Visión concertada de conservación y desarrollo sostenible.

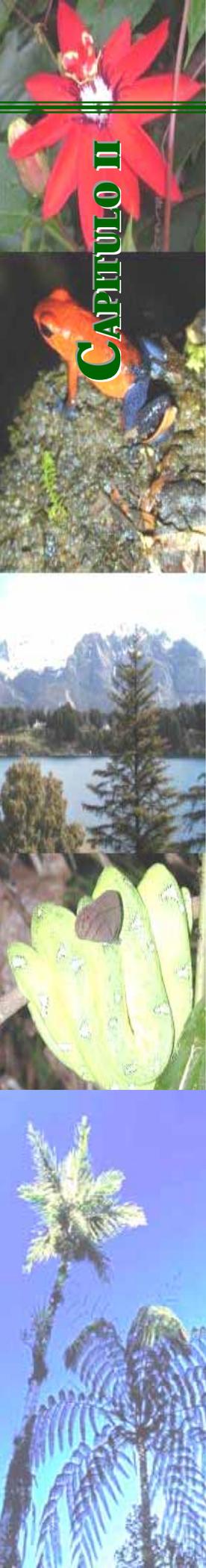
La zonificación del área es realizada de la siguiente manera: La zonificación es un elemento importante de un Plan de Conservación: ésta es la identificación y clasificación de unidades distintas dentro de un espacio según ciertas características, con el motivo de facilitar el entendimiento o el manejo de ciertas problemáticas. La definición ya implica que puede haber diferentes 'zonificaciones' según diferentes objetivos y perspectivas.

Con la finalidad de diagnosticar la situación del área, en una aproximación para entender los efectos sobre la biodiversidad, muchas de las variables son evaluadas siguiendo una serie de criterios que permiten posteriormente diagnosticar el estado de conservación, amenazas futuras, oportunidades y limitantes, a través de mapas temáticos valorados en cuadrícula.

La lógica del funcionamiento del análisis en cuadrícula consiste en:

- Seleccionar variables o temas de análisis.
- Diseñar la metodología de creación de criterios de evaluación para las variables, definiendo rangos y números de valoración para cada variable.
- Con base en el diseño metodológico, crear una base de datos de referencia para procesar la información y transferirla al SIG.
- En el SIG, crear mapas o datos de base en diferentes unidades (municipales, áreas protegidas, polígonos definidos, puntos, etc.) con la información procesada.
- Transferir los datos de base a la unidad de cuadrícula, asignando valores a los rangos previamente definidos. Así se tendrán valores de cuadrícula fijos que se aplicarán según su significado o interpretación:

VALOR EN CUADRÍCULA	INTERPRETACIÓN
5	Muy alto
4	Alto
3	Moderado
2	Bajo
1	Muy bajo



Entre los distintos métodos de zonificación, se ha identificado a la zonificación ecológica-económica como la más adecuada para los fines del Plan, enriquecida por un criterio vital para la conservación ecoregional que es la **representación**, de esta forma se da lugar a la **zonificación ecoregional** que logra simultáneamente identificar zonas ecológico-económicas y zonas de representación.

Las zonas de representación se identifican analizando su **complementariedad** que es consecuencia de su **singularidad** que a su vez, es consecuencia de una combinación especial de factores geofísicos e históricos. Dentro de estas zonas la zonificación ecológica-económica identifica las áreas con mayores prioridades.

Las **prioridades espaciales-temporales de conservación** dentro de una zona de representación, idealmente, se identifican por sumar varias capas de zonificación específica que son el valor biológico-ecológico, el estado de conservación, las amenazas futuras y las oportunidades y limitantes.

Finalmente, todo el diseño del Plan se completa con un sistema de Monitoreo, que para este ejemplo ha sido diseñado de la siguiente manera:

Los campos de acción fundamentales del sistema de monitoreo y evaluación son:

- El registro y la observación de los resultados/líneas de acción, actividades/sublíneas de financiamiento, y efectos del plan

frente a su planificación, así como el seguimiento de los supuestos.

- El análisis y la valoración de la información de las acciones ejecutadas respecto a su conformidad con la planificación y los objetivos.
- El ajuste inmediato a las desviaciones de la planificación según las necesidades que se identifiquen en el monitoreo.
- La documentación y el suministro de información requerida por los distintos usuarios del Plan.
- El ajuste periódico a las desviaciones de la planificación según las necesidades que se identifiquen en la **evaluación**.

Los niveles del sistema de monitoreo y evaluación son:

- M&E del Plan
- M&E institucional de la organización ejecutora del Plan
- M&E de proyectos

El sistema de M&E tiene tres niveles. El sistema desarrollado a continuación, corresponde al M&E del Plan.

Definiciones y conceptos básicos

El sistema de monitoreo y evaluación abarca dos procedimientos complementarios del ámbito de la gestión, que surten efecto sólo si se aplican conjuntamente.

Monitoreo: Da validez a *lo planificado*, es el seguimiento concreto y específico a los componentes planificados. Permite efectuar correcciones inmediatas sobre la ejecución.

Evaluación: Examina críticamente la planificación, es un hito de verificación de *lo ejecutado*. Permite

efectuar correcciones de rumbo en la planificación.

Se puede afirmar que, habitualmente, la observación permanente y la conducción de las actividades son elementos del monitoreo, mientras que la revisión gradual y sistemática de los efectos del plan pertenece a la evaluación. Evidentemente, es tan irrazonable observar y conducir las actividades sin evaluar los efectos, como evaluar los efectos de las mismas sin haber procedido anteriormente a su observación y conducción. El monitoreo y la evaluación conforma una unidad.

Componentes del sistema de M&E en el Plan

La introducción y posterior implementación del sistema de M&E para el Plan, se divide en los siguientes componentes:

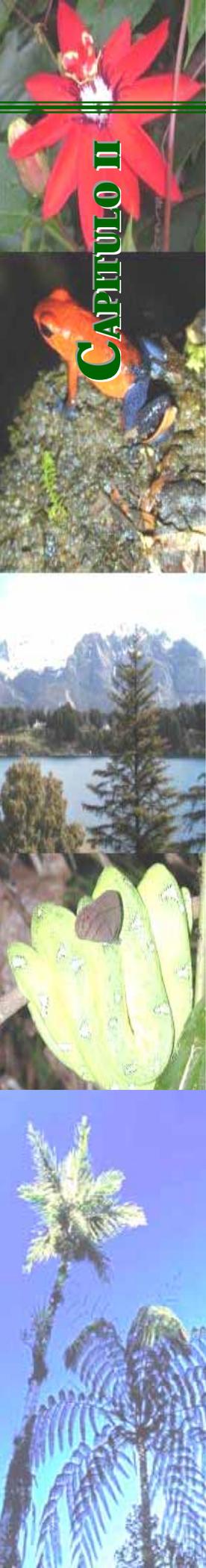
- Documentos de planificación del Plan
- Calendario de M&E
- Ajustes al M&E
- Presentación de informes
- Usuarios y necesidades de información
- Mecanismos de evaluación
- Selección de métodos para monitorear indicadores físicos

Documentos de planificación del Plan. Todo sistema de M&E parte de una comparación entre lo planificado y lo realizado. Es decir se basa en la planificación del Plan, concretamente en los indicadores, a través de los cuales se han definido los valores meta. Los indicadores especifican con suficiente exactitud cuándo se ha alcanzado un objetivo, resultado o

actividad. Los documentos elaborados para la introducción del sistema de M&E del Plan, comprenden el periodo de los siguientes 15 años de ejecución del mismo. Los documentos son los siguientes:

La Matriz de Planificación del Plan (MPP) o Marco lógico. Fundamento del sistema de M&E del cual se deducen la Matriz de efectos y el Plan de Operaciones (o matriz de planificación de actividades). La MPP o Marco lógico, contempla el resumen de los objetivos general y específicos del Plan, los resultados que para el presente sistema son mostrados como líneas de acción, y las actividades como sublíneas de financiamiento. En la misma matriz se han definido indicadores para los objetivos, líneas y sublíneas, como elementos de cuantificación y medición del avance del Plan. La MPP o Marco lógico es el elemento que muestra de manera sintética y explícita el contenido del Plan y su coherencia sistémica entre objetivos y acciones. Es el núcleo de información para la fase de ejecución y el M&E.

El plan de operaciones. Ha sido elaborado en base a la información del Marco lógico del Plan y de la Matriz de «Acciones claves a desarrollar para lograr la Visión de conservación y desarrollo sostenible». En el Plan de operaciones se mantiene la espacialización de la planificación, indicando el ámbito de acción espacial para todas las líneas de acción, sublíneas de financiamiento y acciones prioritarias.



CAPÍTULO II

Calendario de M&E. El calendario de M&E permite la recopilación oportuna de información sobre lo planificado y lo realizado, la toma de medidas correctivas y sirve para documentar la información de M&E. Esta recopilación de información se realizará cada año. En función del método aplicado en la MPP para la definición de los objetivos, este calendario está estructurado de forma jerárquica y contiene un calendario para medición de los efectos y otro para medición de las actividades. En las distintas columnas de los calendarios se anotan los siguientes datos:

- El código del marco lógico y de las acciones prioritarias del Plan (sistema numérico), que tiene por objetivo la identificación y asignación unívoca de dichos elementos y sus respectivos indicadores.
- Un resumen del objetivo superior, objetivo del Plan, resultados/líneas de acción, actividades/sublíneas de financiamiento y supuesto.
- Los indicadores o resultados intermedios.
- El cronograma de ejecución que representa la fecha de referencia para realizar el monitoreo.
- El responsable de la ejecución de las actividades.
- El correspondiente valor meta (valor esperado), del indicador en el cronograma de ejecución.

Las siguientes columnas del calendario de M&E permiten efectuar una comparación entre lo planificado y lo realizado. De este modo, el calendario del sistema de M&E se convierte en un documento amplio que proporciona gran cantidad de

información. Estas columnas se llenarán en las fases subsiguientes al monitoreo.

El calendario de M&E a nivel de los efectos. El nivel de los efectos comprende el objetivo superior; los objetivos específicos del Plan y los resultados/ líneas de acción, así como sus supuestos. Este calendario sirve para programar la fecha precisa de ejecución del monitoreo y presentación de informes en relación a los indicadores. También se define los responsables para realizar el monitoreo.

El calendario de M&E a nivel de ejecución de acciones. El nivel de la ejecución comprende las actividades/sublíneas de financiamiento, las acciones prioritarias y los respectivos supuestos. Este calendario sirve para programar la ejecución del monitoreo y la elaboración de informes sobre las acciones que se implementan en cada gestión. Las acciones que comprende este calendario se obtienen del Programa de operaciones que a su vez, responde a la matriz de acciones prioritarias para alcanzar la visión, por lo tanto, este calendario no comprende todas las sublíneas de financiamiento y la codificación de la acciones anotadas no es necesariamente correlativa. La propuesta de ejecución del monitoreo de acciones, se ha realizado considerando el tiempo total de ejecución de las mismas.

Existen principalmente dos niveles de usuarios directos de la información:

- Usuarios internos: Organización ejecutora del Plan
- Sectores de interés: gobiernos municipales, gobierno central, propietarios privados, pueblos indígenas, comunidades campesinas, instituciones privadas de desarrollo, etc.

En el caso de los usuarios internos, la información requerida se refiere al marco propositivo en sus diferentes niveles, es decir, por una parte información sobre el logro periódico de los objetivos y por otra, el avance en la ejecución de acciones, ambos elementos en función de lograr la Visión de conservación y desarrollo sostenible a largo plazo. Esto se resume, en los informes sobre los efectos e impactos de la ejecución del Plan que se obtienen del Calendario de M&E de efectos y del Calendario de M&E de actividades. En el caso de los sectores de interés, la información requerida se refiere principalmente al avance en la ejecución de acciones que benefician a los distintos sectores y que a su vez, contribuyen a lograr la Visión de conservación y desarrollo sostenible a largo plazo. Esta información se obtiene a través de los informes sobre el Calendario de M&E de actividades y el PAO.

Mecanismos de evaluación. Todo lo anteriormente desarrollado se enmarca en el monitoreo, el cual permite efectuar correcciones inmediatas sobre la ejecución. La evaluación implica un hito de verificación de lo ejecutado y permite efectuar correcciones drásticas de rumbo en la planificación. En este sentido, todos los elementos utilizados en el monitoreo del Plan

(MPP, plan de operaciones, POA, calendarios de M&E, informes), que generan información sistematizada sobre la ejecución del mismo, se utilizarán en las evaluaciones periódicas del Plan. Específicamente, las evaluaciones deberán considerar los indicadores de los diferentes niveles de la planificación. Se deberá realizar una evaluación anual de la ejecución Plan, que debería estar a cargo de la unidad de planificación de proyectos que es la encargada de implementar el sistema de M&E. Además de esta evaluación, se recomienda realizar evaluaciones bianuales externas, es decir, a cargo de entidades o consultores externos a la organización ejecutora del Plan, que cuenten con experiencia en la metodología del sistema de M&E del Plan, para que puedan hacer un análisis ecuánime del avance de ejecución del Plan y consecución de sus objetivos.

Selección de métodos para monitorear indicadores físicos. Considerando el carácter espacial del Plan de conservación y desarrollo sostenible y contando con todos los indicadores para los distintos niveles del marco lógico, será necesario definir los métodos más idóneos para la medición de los mismos. Particular atención requieren los indicadores relacionados con la conservación de la integridad de los bosques en la región, que se deberán monitorear a través de la comparación de imágenes de satélite, que es un método que permite realizar un análisis multitemporal de cualquier objeto que se encuentre en la superficie terrestre. En este caso,



CAPITULO II

esto posibilita el seguimiento de la manutención de los bosques.

Se recomienda concentrar el monitoreo físico en las áreas de mayor protección, áreas protegidas propuestas y corredores de conectividad, bosques de uso sostenible y zona de uso intensivo no

extractivo dentro de áreas protegidas. Los indicadores a monitorear deberían ser principalmente dos:

- Porcentaje de superficie boscosa
- Grado de fragmentación, indicado por el número de polígonos de bosque.

EL MONITOREO EN ÁREAS PROTEGIDAS Y EL MANEJO ADAPTATIVO

El Concepto Y La Práctica Del Manejo Adaptativo

El manejo adaptativo se basa en reconocer que el manejo de los recursos naturales es siempre experimental y que nosotros podemos aprender a partir de la implementación de actividades y que este manejo puede ser mejorado en base a lo aprendido (IUCN, Co-management of Natural Resources, 2000).

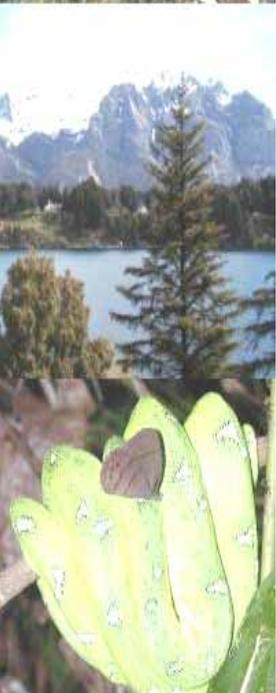
Siguiendo a Parma (1998), el manejo adaptativo es una respuesta racional para enfrentarse a la incertidumbre, en la cual el manejo involucra un continuo aprendizaje para tratar con esa incertidumbre.

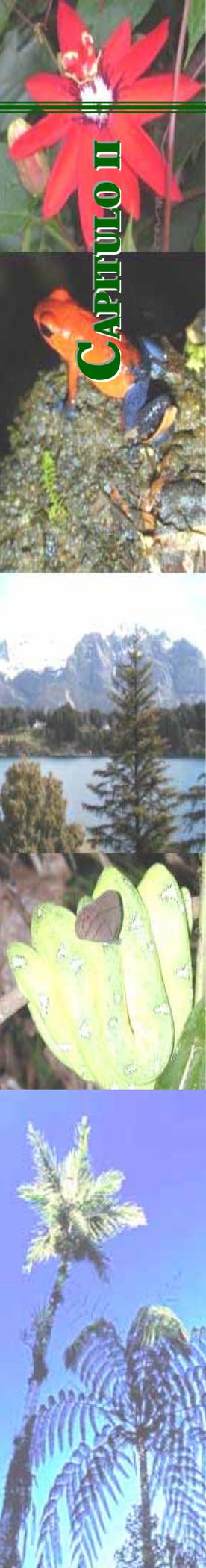
En el **proceso del manejo de los recursos naturales**, tenemos diversas fuentes de incertidumbre:

1. Incertidumbre de los procesos: los procesos naturales son inherentemente variables. Ningún modelo que describa las reglas del comportamiento de un sistema natural (por ejemplo de una población silvestre o de un

ecosistema) puede predecir el estado exacto del sistema en un determinado momento en el futuro. Por lo tanto, el futuro puede ser descrito – en el mejor de los casos- en términos probabilísticos.

2. Incertidumbre de los modelos: en realidad, nosotros no podremos nunca conocer totalmente como opera la naturaleza, por lo tanto, una segunda fuente de incertidumbre es nuestra propia ignorancia. Esa es la razón por la cual construimos modelos de cómo funciona la naturaleza. En teoría, cuanto más información tenemos para construir el modelo, mayor probabilidad tendríamos de que el modelo refleje el comportamiento de la naturaleza. Sin embargo ello no necesariamente es así en la práctica. Por ejemplo, en un modelo de población uno podría esperar que, con un mayor conocimiento de las tasas de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración – y los factores que los afectan- podríamos predecir consecuencias a largo plazo de cualquier acción de manejo. Pero, nunca tenemos toda esa información. Por lo tanto, nuestros datos sobre el comportamiento de los sistemas





biológicos es casi siempre consistente con diversas hipótesis alternativas, cada una de las cuales puede conducirnos a diferentes “mejores” opciones de manejo.

3. Incertidumbre de la observación: una tercera fuente de incertidumbre es el proceso en sí mismo de la observación; ya que entre un hecho natural y nosotros media un proceso observacional que también introduce un error. Por ejemplo, nosotros no observamos directamente nuestra población bajo manejo o en su totalidad nuestra área protegida bajo manejo. En el monitoreo seguimos protocolos de muestreos o mediciones periódicas de un subconjunto de atributos poblacionales o de indicadores de integridad ecológica y a partir de esos atributos, reconstruimos el estado actual de la naturaleza. Este “error”, producto del proceso de observación –dependiente de la técnica y método utilizado, de las condiciones de la observación, del que ejecuta la observación, del procedimiento de análisis, etc.- puede ser en muchos casos altamente significativo. Por ejemplo, el error de estimación del banco de peces a ser cosechados en mar abierto, puede ser entre un 30% hasta un 200%.

4. Incertidumbre en el comportamiento del sistema natural: finalmente, otra fuente de incertidumbre tiene que ver con el punto 1 visto anteriormente, relativo a la variabilidad de los procesos de los sistemas naturales. Los procesos dinámicos naturales no son lineares. La no linealidad lleva a que las tasas a las cuales las variables cambian en

respuesta a cambios de las variables independientes (o predictoras) no son constantes, por que dependen del estado del sistema. La no linealidad implica que no podamos extrapolar el comportamiento observado dentro un rango estrecho de observaciones, por lo que los modelos que construimos, pueden predecirnos respuestas diferentes.

Las acciones de manejo tienen como meta lograr algunos objetivos y debe proceder de cara a todas estas fuentes de incertidumbre. Mientras que la ciencia básica nos ayuda a seleccionar hipótesis acerca de los procesos que controlan la dinámica del sistema, es principalmente a través de la perturbación que nosotros podemos aprender sobre cómo opera la naturaleza. Para obtener el máximo rédito a las intervenciones (perturbaciones) sobre el sistema, es necesario contar con un plan que:

- Reconozca la incertidumbre
- Contemple un sistema de monitoreo de las respuestas a la intervención del sistema y
- Anticipe la modificación de futuras intervenciones de manejo de acuerdo a lo que se vaya aprendiendo acerca de cómo se comporta el sistema

Por lo tanto, el manejo adaptativo consiste en manejar de acuerdo a un plan por el cual las decisiones son hechas y modificadas en función de lo que se conoce y aprende del sistema, incluyendo la información acerca de los efectos previos a las acciones de manejo.

El primer paso en diseñar un plan de manejo adaptativo es recopilar toda la información disponible acerca del sistema que será manejado y especificar "modelos alternativos" que sean consistentes con esta información. El siguiente paso es diseñar un plan de monitoreo, en donde se especifique cuáles variables deberán evaluarse y de qué manera, etc. (que lo veremos en el punto siguiente), caracterizando la incertidumbre inherente al proceso de observación. Luego, se especifican posibles controles o modos de manejo con los cuales intervenir el sistema, por ejemplo:

- En un problema de cosechas, el control o la intervención de manejo puede ser la cosecha de una parte de la población juvenil en una determinada estación o el tiempo de rotación en un bosque manejado.
- En un problema de conservación, un control puede ser alguna forma de mejoramiento de hábitat que permita proteger una especie en peligro, o la quema de vegetación para mantener hábitat para especies vulnerables, etc.
- En el manejo de plagas, un control o intervención de manejo puede ser el nivel de pesticida a aplicar en un lote determinado o el número de enemigos naturales a liberar y en qué momento, etc.

De acuerdo al diseño del sistema de monitoreo y de toma de decisiones, estaremos hablando de

- **manejo pasivamente adaptativo**, cuando la toma de decisión es adaptada en respuesta a la nueva información que se obtiene del

sistema, pero el aprendizaje no está incorporado como meta del manejo y

- **manejo activamente adaptativo**, cuando el manejo tienen un enfoque de experimento y la selección de opciones de manejo son hechas en base al valor de la información con que se cuenta sobre las varias acciones alternativas. El manejo activamente adaptativo o experimental, involucra la manipulación ambiental en un sentido amplio.

El Monitoreo Para El Manejo Adaptativo En Las Áreas Protegidas

Definimos como **manejo adaptativo** en el contexto de un área protegida, lo siguiente: "proceso que integra el diseño, implementación y monitoreo del plan de manejo, que permita poner a prueba las suposiciones del plan, su adaptación a los cambios de escenarios y aprender sobre ellos para optimizar su manejo y conservación" (modificado de Margoluis & Salafsky 1998).

La implementación del Plan de Manejo de un área protegida y de su zona de influencia, intenta poner en práctica el paradigma de la integración del uso sostenido de los recursos y de la tierra con la conservación de la diversidad biológica. Por lo tanto es necesario documentar las condiciones de base del área protegida y sus alrededores (en gran parte sintetizada en los diagnósticos en base a los cuales se elaboran los Planes de Manejo) y diseñar un programa de monitoreo que permita evaluar el impacto de ejecución del Plan de Manejo, tanto



CAPITULO II

en la biodiversidad como en los patrones de perturbación antropogénica (Kremen, Merenlender & Murphy, 1994).

A su vez, y teniendo en cuenta el marco conceptual y práctico del manejo adaptativo - un Plan de Manejo debe estar dotado de un sistema de seguimiento y evaluación (programa de monitoreo) de las actividades previstas.

De esta manera;

- El monitoreo permite seguir los pasos del Plan de Manejo en marcha y evaluar si las actividades y objetivos se cumplen de acuerdo a lo previsto.
- También sirve para tomar decisiones frente a las contingencias, ya que los problemas que surgen en la ejecución del Plan pueden ser conocidos rápidamente.

En el contexto del manejo adaptativo, se define como monitoreo a "la colección y evaluación periódica de datos relativo al estado de cumplimiento de las metas, objetivos y actividades del Plan de Manejo" (modificado de Margoluis & Saflasky 1998). El monitoreo requiere de una estrategia, la cual constituye un esquema general de los datos que se necesitan obtener del avance del Plan y cómo obtenerlos. Esta estrategia debe servir de marco para el diseño de un programa de monitoreo; el cual es un esquema detallado del proceso a seguir para asegurar el seguimiento y la evaluación continua del Plan de Manejo.

Lo importante a tener en cuenta en el diseño de un programa de monitoreo

es saber quién es el grupo meta que recibirá y/o utilizará la información generada, es decir para quién se hace la evaluación y seguimiento del Plan. Siguiendo a Margoluis & Salafsky, 1998, los pasos para ello son:

- Niveles de audiencias destinatarias de los resultados del monitoreo
- Definición de una estrategia de monitoreo para cada nivel de audiencia
- Identificación de los indicadores de monitoreo.
- Selección de métodos y planificación de las tareas necesarias para la colecta de los datos.
- Determinar cuándo, por quién y dónde deberán ser colectados los datos para el monitoreo

Por ejemplo, para un área protegida las audiencias serán:

- Audiencia interna: los miembros del equipo ejecutor del Plan de Manejo (Director del Área, Jefe de Programas, etc.) y a aquellos miembros de las instituciones, comunidades, funcionarios, etc. involucradas en la ejecución del Plan. Audiencia externa: autoridades gubernamentales, instituciones no involucradas directamente en el manejo del área protegida, comunicadores públicos, donantes, etc.

La estrategia de monitoreo para cada nivel de audiencia será:

- Para la audiencia interna, lo que se requiere es el desarrollo de indicadores específicos que verifiquen el cumplimiento de las metas y objetivos de cada uno de los programas que conforman el Plan de



Manejo. En parte estos indicadores aparecen como “indicadores de avance” en los marcos lógicos de cada programa, pero requieren de una revisión para que cumplan con los requisitos que se señalarán más abajo, tarea que deberá ser realizada por el responsable del área protegida y su equipo de trabajo. El seguimiento de estos indicadores deberán ser evaluados y analizados al menos trimestralmente por ellos. Semestralmente, se deberá ejecutar una evaluación interna, tomando como base los resultados de estos indicadores plasmados en un informe elaborado por el responsable del área protegida.

- Para la audiencia externa, se generará un reporte semestral, como producto de la evaluación señalada en el punto anterior. Este documento deberá ser lo suficientemente claro y preciso en aspectos tales como: objetivos cumplidos por cada programa, dificultades encontradas, niveles de participación de los actores locales, ejecución presupuestaria y proyección de trabajo para los próximos seis meses. A su vez, se contarán con reportes mensuales elaborados por los responsables de cada programa de manejo del área (por ej. Uso Público, Educación Ambiental y Comunicación, destinado a los medios de comunicación tanto locales como regionales, nacionales e internacionales, etc.).

Para la selección de los indicadores, se deberán seguir los siguientes criterios:

- Para cada nivel de información se requerirá de un indicador específico

- Un indicador es una unidad de información medida en el tiempo que documenta cambios en una condición específica.
- Un buen indicador deberá cumplir los siguientes criterios:
 - ♦ Ser medible: capaz de ser registrado y analizado en términos cualitativos y cuantitativos
 - ♦ Ser preciso: definido de igual modo por todas las personas que conforman el equipo executor del Plan de Manejo de la RMT
 - ♦ Ser consistente: no debe cambiar con el tiempo, de tal modo que siempre mida la misma cosa
 - ♦ Ser sensitivo: que cambie proporcionalmente y en la misma dirección a los cambios del ítem que es medido.

Tomando como base los marcos lógicos de los programas de un Plan de Manejo, se identificarán y definirán los indicadores de monitoreo.

Finalmente, deben ser definidos y seleccionados los métodos de colecta de los datos para el monitoreo y el esquema de quién, cuando y dónde debe efectuarse tal colecta. Para la selección de los métodos y técnicas de colecta de datos, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Exactitud y confiabilidad: se harán las siguientes preguntas una vez identificado el método de colecta: Cuál es el error existente en la colecta de los datos con el método & técnica utilizada? En qué medida los resultados podrán repetirse?
- Costo-efectivo: se harán las siguientes preguntas: Qué



CAPITULO II

inversión requiere el método/técnica para ser aplicado? Hay alternativas de obtener los mismos datos con una inversión en tiempo, esfuerzo y dinero menor?

- Factibilidad: se hará la siguiente pregunta: El equipo ejecutor del Plan de Manejo es

capaz de ejecutar el método/técnica identificado?

- Adecuación: se hará la siguiente pregunta: El método/técnica identificado es adecuado en el contexto social y cultural del área protegida?

MÉTODOS Y TÉCNICAS APLICADAS AL MANEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS

Técnicas Y Métodos De Monitoreo De Acuerdo A La Escala

En el punto 1.2 mostramos los diferentes niveles de la biodiversidad de acuerdo a Noss (1990). Este mismo autor señala algunos de los métodos y técnicas que se aplican a cada nivel de monitoreo; todas ellas utilizables en las áreas protegidas.

1. Para el Nivel Genético, recomienda el uso de técnicas analíticas orientadas a conocer la variabilidad genética, tales como

- Electroforesis; para distinguir diferentes tipos de proteínas sintetizadas por diferentes formas alélicas de la población que indican grado de heterocigosis u homocigosis,
- Análisis de cariotipos; que muestra grado de enfermedades genéticas, grado de poliploidía, etc.
- Secuencia de A.D.N; que permite conocer el grado de diversidad genética, tasa de mutaciones y recombinaciones, entre otros parámetros.
- Análisis de regresión entre padres y progenie; lo que permite estimar

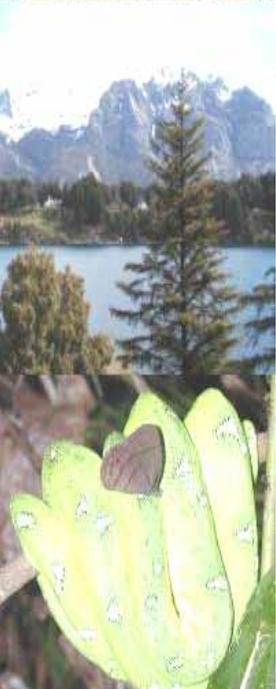
variabilidad fenotípica como reflejo de la variabilidad genotípica.

- Análisis de parentesco; otra medida de ver grado de consanguinidad entre los individuos de una población, lo que indica tasas de endogamia en poblaciones pequeñas.
- Análisis morfológico; como medidas de detectar incremento de endogamia.

2. Para el Nivel de Población / Especie; recomienda métodos y técnicas orientadas a obtener información demográfica y tendencias poblacionales, por lo que las técnicas son principalmente:

- Censos y muestreos de densidades mediante observaciones, conteos, captura-recaptura, índices de signos y rastros, rastreo con radiotelemetría, etc. Estas técnicas sirven para obtener datos de indicadores de presencia/ausencia, cambios en las abundancias relativas, tendencias poblacionales, estructura demográfica, etc.
- Sensores remotos; técnica utilizada para evaluar tamaño poblacional y movimientos de grandes animales y también para





calcular el estado poblacional de plantas, en particular árboles.

- Índices de disponibilidad de hábitat (HIS); técnicas que modelan la calidad del hábitat y su disponibilidad para cada especie en particular. Ello permite estimar estado poblacional y predecir modificaciones demográficas en función de los cambios en la disponibilidad de hábitat.

- Análisis de viabilidad poblacional (VPA); técnica que permite estimar el estado de vulnerabilidad de una población frente a diferentes vórtices de extinción.

3. Para el Nivel de Ecosistema / Comunidad;

se utilizan diversas técnicas tales como:

- Fotografías aéreas y otras técnicas de sensores remotos; que miden los cambios en el tiempo de los ecosistemas, por ejemplo el avance de la sucesión ecológica.

- Estaciones de fotografía a nivel del suelo; que permite dar seguimiento a cambios en la estructura del hábitat que afecta a una comunidad biótica

- Análisis de series temporales; que sirve para modelar las tendencias de cambios en los ecosistemas y comunidades a largo plazo

- Mediciones físicas del hábitat; que indican las condiciones para el desarrollo de las comunidades y del estado del ecosistema (por ejemplo con el uso de geoindicadores y ecoindicadores)

- Índices de disponibilidad de hábitat (HIS) para múltiples especies; que indican el estado de la calidad de un hábitat para un gremio de especies y sus tendencias de cambio frente a impactos antrópicos.

- Observaciones directas y mediciones a través de censos, muestreos, capturas, rastros, etc. con los cuales derivar relaciones de abundancia por especies, índices de diversidad, índices de similitud, etc.

4. Para el Nivel de Paisaje Regional,

los métodos básicamente son los del nivel de ecosistema/comunidades, pero ajustado a la escala espacial media:

- Fotografías aéreas e imágenes satelitales montados en Sistemas de Información Geográfica; estas técnicas permiten evaluar cambios al nivel de parches de hábitat de forma rápida y eficiente, con el uso de programas tales como Idrisi, ArcView, Erdas, Illwis, etc.

- Estadísticas espaciales; que permiten derivar una serie de parámetros e índices de ecología del paisaje, tales como diversidad de tipos de parches, dimensión fractal, grado de conectividad, fragmentación, relación superficie/perímetro de unidades de paisaje, etc.

- Mediciones a nivel del terreno, tales como Índices de Contraste para evaluar tipos de bordes ("blandos" vs "duros"), monitoreo de las características del suelo en las diferentes unidades de paisaje, erosión y carcavamiento, etc.

La Incorporación Del Monitoreo En El Plan De Manejo De Las Áreas Protegidas

Una vez definido un Plan de Manejo de un área protegida e identificadas las acciones o intervenciones de manejo que se esperan aplicar y sus



CAPÍTULO II

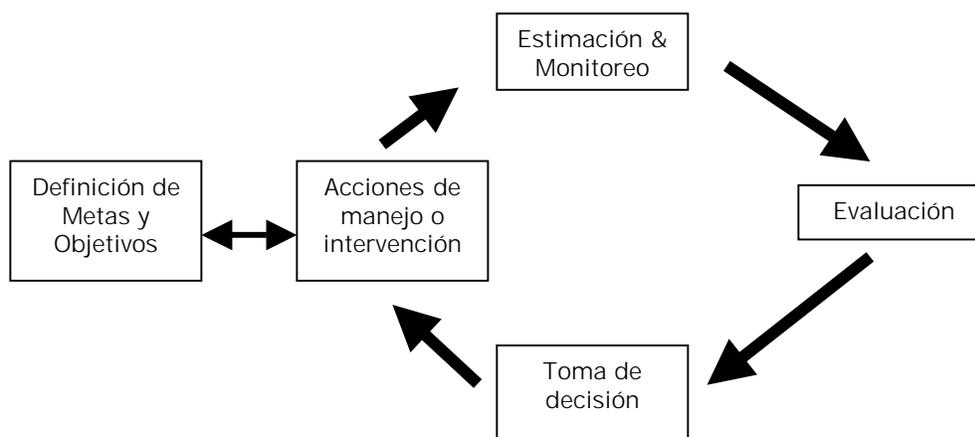


probables respuestas sobre el sistema (ya sea en el marco de un manejo pasivamente adaptativo o activamente adaptativo), se debe incorporar al plan el sistema de monitoreo.

En el punto 4.2., vimos la integración del monitoreo al manejo adaptativo de las áreas protegidas, donde se

indican criterios y pasos metodológicos para su diseño y selección de indicadores. Ahora es necesario señalar de qué manera se incorpora, en la práctica, dicho sistema al manejo adaptativo.

En términos generales, el manejo adaptativo se resume así:



Paso 1: Definición de Metas y Objetivos

Se refiere específicamente a las formuladas en el Plan de Manejo, es decir cuáles son las metas y objetivos establecidos para el área protegida a corto, mediano y largo plazo.

Ejemplo 1: Si se tratara de un refugio de Vida Silvestre, la meta podría ser el uso sostenible de los recursos silvestres que aseguren el mantenimiento de las condiciones naturales del área a largo plazo y como objetivos, los que se requieren alcanzar en el plazo del Plan de Manejo (típicamente 5 años, pero otros hasta 15 años), tales como: recuperar el 50% de la población de tortugas marinas nidificantes en la

playa del refugio; lograr el uso del 2% de la superficie del refugio para actividades de interpretación ambiental, cuyo aprovechamiento no ponga en riesgo la viabilidad de las poblaciones de tortugas marinas nidificantes, etc.

Ejemplo 2: Para el caso de un Parque Nacional, la meta seguramente será el de mantener la viabilidad de la biodiversidad a perpetuidad, protegiendo al área de los eventos antropogénicos negativos, mediante el establecimiento de una adecuada zona buffer y alto grado de conectividad estableciendo corredores biológicos. Algunos objetivos de mediano plazo podrían ser: a). generar un mapa de vegetación a escala 1:10.000 que



CAPÍTULO II

permita tipificar los cambios en el proceso de restauración ecológica de los hábitats sometidos históricamente a eventos catastróficos naturales, como huracanes o erupción volcánica o b). Dar protección absoluta a la población de la especie endémica de mamífero del área, mediante el control y vigilancia de sus sitios de alimentación y cría, etc.

Paso 2: Definición de las intervenciones o acciones de manejo

Una vez definidas las metas y objetivos del manejo, es necesario identificar las acciones de manejo o intervenciones y ello dependerá, obviamente, del tipo de manejo que se aplique y de las características y categoría del área protegida. De esta manera, estaríamos aplicando manejo pasivamente o activamente adaptativo.

Para cualquier caso, requeriremos de un marco lógico del Plan donde se señalen todas las acciones que se esperan aplicar para el logro de las metas y objetivos dentro del área protegida (y afuera en muchos casos). Este marco lógico estará estructurado de la siguiente manera:

Cuadro de Indicadores para el Monitoreo

INDICADOR VERIFICABLE	TÉCNICA DE LA ESTIMACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FORMA DE ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS	RESPONSABLE DE LA ESTIMACIÓN	CUÁNDO DEBE EJECUTAR-SE	DÓNDE DEBE EJECUTARSE	REQUERIMIENTOS (LOGÍSTICA SUPUESTOS, ETC.)
p.e. reducción en un 60% de la caza	Conteo del número de encuentro	Promedios ajustados un 10% de error de muestreo	Base de datos estadísticas	Jefe de protección	En la época seca, cuando los	En los accesos históricos al parque y en los	Personal de apoyo, binoculares, radio, caballos.

Componente del Plan de Manejo:

OBJETIVOS	ACCIONES DE MANEJO O INTERVENCIONES	INDICADORES VERIFICABLES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Obj 1				
Obj n				

Paso 3: Estimación & Monitoreo

Del marco Lógico del proyecto, se derivan cuadros específicos de indicadores verificables, donde se señalan las técnicas a utilizar para estimar cada indicador, método de toma de datos en el terreno, método de análisis, sistema de almacenamiento en base de datos, responsable de la estimación, requerimientos para llevarla a cabo, cuándo debe ejecutarse, dónde debe ser realizada, etc., como se muestra en el cuadro siguiente:



CAPÍTULO II

INDICADOR VERIFICABLE	TÉCNICA DE LA ESTIMACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FORMA DE ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS	RESPONSABLE DE LA ESTIMACIÓN	CUÁNDO DEBE EJECUTAR-SE	DÓNDE DEBE EJECUTARSE	REQUERIMIENTOS (LOGÍSTICA SUPUESTOS, ETC.)
ilegal en el interior del Parque	s con cazadores				cazadores buscan carne de monte	ojos de agua	etc.
p.e. mantenimiento de la integridad de la conexión de los hábitat circundantes al parque	Seguimiento con imágenes satelitales de la cobertura de tipos de vegetación en la periferia del parque y controles de campo	Porcentaje de cambios en la cobertura de tipos de vegetación mediante imágenes clasificadas	Base de datos espacial: con sus respectivos metadatos	Ecólogo consultor	Dos veces al año, una en época seca y otra en época húmeda	Toda el área protegida más 10 km hacia la periferia	Imágenes satelitales actualizadas en condiciones óptimas, software adecuado logístico para control de terreno, etc
p.e							
p.e.							

Con un cuadro de cada indicador verificable, derivamos una matriz de monitoreo que permite construir el sistema de monitoreo necesario para el manejo adaptativo del área.

Paso 4: Evaluación

Luego de contar con el sistema de monitoreo en marcha, los resultados de su aplicación requiere de una evaluación tanto para calibrar las técnicas y métodos de estimación de los indicadores como para derivar recomendaciones de manejo. Se sugieren plantearse algunas preguntas claves en este paso, tales

como (sugeridas por The National Academy of Sciences de USA, 1990):

- Son los resultados de cada técnica específica de monitoreo bien integrados con el programa de monitoreo en su conjunto?
- Los métodos utilizados aseguran confiabilidad y poder estadístico?
- Están sujetos los datos colectados a las técnicas apropiadas de manejo y análisis?
- Podrían los datos obtenidos ser conjugados con nuevas tecnologías para el análisis y el manejo?
- Qué mecanismos existen o pueden ser desarrollados para mejorar la transferencia de los datos e



CAPÍTULO II

información a los tomadores de decisión?

Paso 5: Toma de decisión

Finalmente, cuando se cuenta con los resultados y evaluación del monitoreo, se debe tomar decisiones. Estas decisiones serán ajustadas en función de lo que se vaya aprendiendo del funcionamiento del sistema. Por ejemplo, si los resultados determinan que las tendencias de la biodiversidad (en base a diferentes indicadores) están

dentro de los valores esperados, el monitoreo continuará sin alteraciones sustanciales. Si se detectan cambios significativos en las tendencias, los manejadores necesitarán diseñar la respuesta más apropiada. Las razones del monitoreo deben ser, en esta etapa, adecuadamente evaluada a la luz de los resultados obtenidos y de las decisiones de manejo o intervenciones a tomar. Muchas veces, los objetivos del monitoreo son reajustados, así como el grado de precisión de las técnicas empleadas.

EL MONITOREO EN LAS ZONAS DE INFLUENCIA Y EN LOS CORREDORES BIOLÓGICOS

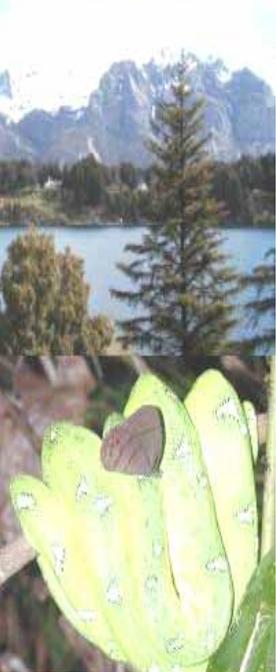
Diseño Y Monitoreo De Las Zonas De Amortiguamiento

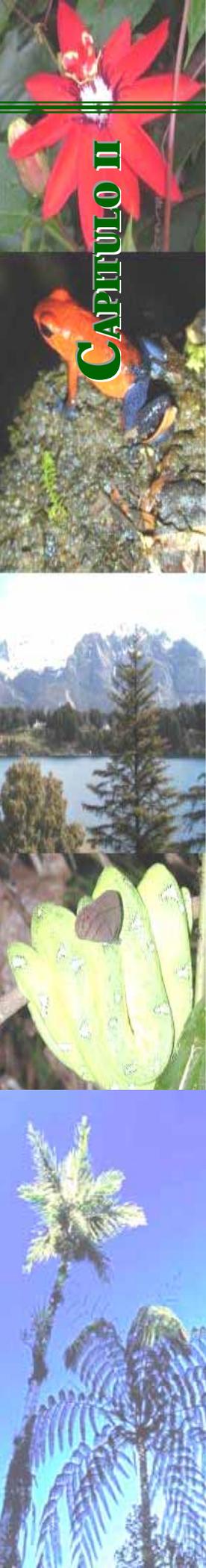
Las zonas de amortiguamiento (**zonas buffer**) han sido definidas para cumplir funciones mixtas: por un lado incrementar hábitat para la vida silvestre de un área protegida y por lo tanto otorgar mayor probabilidad de mantener poblaciones mínimas viables y por el otro reducir – amortiguar- las presiones externas. Para ello debe cumplir dos requisitos: 1. Tener las características naturales para cumplir dichas funciones y 2. Dar opciones de uso sostenible de los recursos naturales y del suelo, de tal modo que las presiones antrópicas se vean reducidas o amortiguadas efectivamente y a largo plazo.

Por definición, las **zonas buffer** son zonas situadas entre una reserva y

áreas de uso intensivo del suelo incompatibles con la conservación del área protegida. Sus objetivos son:

1. Reducir las fricciones entre el uso intensivo del suelo y el área protegida
 2. Ampliar la superficie de la reserva
 3. Disminuir el efecto de borde
 4. Incrementar hábitat para la vida silvestre
 5. Incorporar nuevos componentes de biodiversidad
 6. Asegurar procesos source-sink
- Objetivos de las ZB
7. Brindar opciones productivas compatibles con la conservación del área protegida
 8. Contribuir al desarrollo socio-económico local
 9. Servir de vínculo entre las áreas protegidas y los corredores biológicos





1. Reducir fricciones. Las ZB son concebidas como sistemas de colchón o amortiguamiento entre aquellas actividades que generan fuerte impacto sobre los sistemas naturales (cultivos con uso intensivo de agroquímicos, industrias manufactureras, ganadería intensiva, asentamientos humanos) y los objetivos de conservación de las áreas protegidas. Por ejemplo, las ZB pueden reducir los efectos negativos de los fuegos utilizados en prácticas agropecuarias o la transmisión de enfermedades infecciosas entre el ganado doméstico y la fauna silvestre. Sin embargo, muchas de las fricciones son generadas por la vida silvestre contenida en las áreas protegidas, como por ejemplo la ingesión de vertebrados e insectos que pueden transformarse en "plagas" para los cultivos o de animales depredadores del ganado doméstico.

2. Ampliar superficie. El segundo objetivo de las ZB es ampliar la superficie de las reservas y con ello mejorar las condiciones de conservación de la biodiversidad a largo plazo. Muchas de las áreas protegidas existentes no son suficientemente grandes como para mantener Poblaciones Mínimas Viables de un gran número de especies. Por ejemplo, grandes depredadores requieren reservas de entre (1-10 millones de ha para mantener poblaciones viables en áreas tropicales, lo que no es una realidad en nuestros países. Por lo tanto, las ZB contribuyen a incrementar la superficie de las áreas existentes.

3. Disminuir efecto borde. El efecto de borde se genera cuando existe un corte abrupto entre hábitats, generalmente dado por el contacto entre un ambiente natural (por ejemplo un bosque) y un sistema productivo intensivo (por ejemplo un monocultivo). El efecto de borde se manifiesta por la alteración del ambiente natural hacia el interior de la reserva, como consecuencia de por ejemplo la mayor ingesión de malezas y especies exóticas, enfermedades, depredación de nidos de aves, cambios en la estructura de la vegetación, etc. Este efecto de borde reduce la superficie efectiva de la reserva, de tal modo que a a mayor relación Perímetro/Superficie; mayor efecto de borde y menor área efectiva. Las Zonas Buffer permiten por un lado "amortiguar" este efecto por la generación de "bordes blandos" y por el otro por mejorar -en muchos casos- el diseño de la reserva, maximizando la relación Perímetro/Superficie.

4. Incrementar hábitat. Como mencionamos antes, muchas áreas protegidas no pueden mantener poblaciones mínimas viables de plantas y animales debido a su escasa superficie. Por lo tanto, las zonas buffer permiten incrementar la superficie de los hábitats para numerosas especies. Por ejemplo, aquellas especies que requieren movimientos estacionales para la búsqueda de alimento o para refugio y reproducción, necesitan de hábitats aledaños a las reservas, originalmente no contemplados en su diseño. También, aquellas especies estructuradas en sistemas metapoblacionales en diferentes

parches de hábitat, son beneficiadas al establecerse zonas buffer.

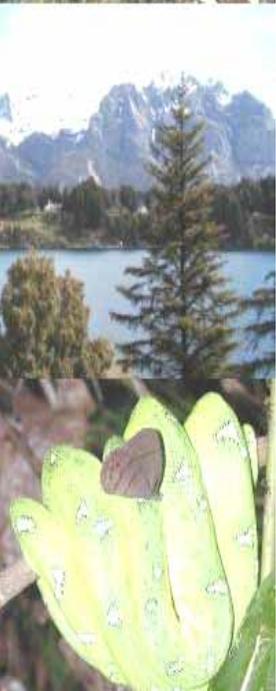
5. Incorporar biodiversidad. El establecimiento de zonas buffer por lo general incorpora nuevos componentes de biodiversidad, tanto a nivel de paisaje y hábitat como a nivel de especies, no contenidos dentro del área protegida o la zona núcleo. Por ejemplo, algunos hábitats secundarios, que por lo general son descartados en el diseño de las zonas núcleo de las reservas, son reservorios significativos de especies y poblaciones durante épocas críticas (sequías por ejemplo) o resguardan hábitats especiales para ciertos grupos taxonómicos (Ej. PN Amboró). La mayor heterogeneidad de paisaje que se establece cuando se contemplan zonas buffer, incrementa la diversidad total conservada así como contribuye al mantenimiento de dinámicas de parches y diferentes fases de procesos ecológicos claves (como por ejemplo la sucesión, el ciclaje de nutrientes y la dispersión).

6. Asegurar procesos source-sink. Como ya vimos anteriormente, las zonas consideradas buffer pueden funcionar o como sumideros (sink) de poblaciones residentes en las áreas protegidas, pero también como fuentes (source), y que con el tiempo pueden cambiar de dirección. Por lo tanto, el establecimiento de adecuadas zonas buffer vinculadas a las áreas protegidas (no necesariamente alrededor), es una decisión clave para mantener a largo plazo la viabilidad de las poblaciones contenidas en las áreas silvestres.

7. Opciones productivas. En las zonas buffer deben permitirse diferentes actividades productivas compatibles con la conservación en el área protegida. Estas opciones productivas pueden ser tanto de cosecha de bienes naturales, uso no extractivo o producción de baja intensidad. La cosecha de bienes naturales implica la extracción de productos de la vida silvestre a una tasa sustentable, como por ejemplo la caza de subsistencia, el uso de especies medicinales, recolección de frutas, material para elaboración de manufacturas y objetos de artesanías, ornamentales, etc. El uso no extractivo se reduce principalmente al turístico, en particular al segmento del ecoturismo. Por ejemplo, el manejo de ciertas poblaciones o de hábitats especiales en las zonas buffer, puede incrementar los beneficios económicos y reducir la presión de visitantes a la zona núcleo de una reserva. La producción de baja intensidad, se refiere sobre todo al uso agrícola y ganadero tradicional (por ejemplo cultivos de subsistencia, ganadería peridoméstica o extensiva) y a la actividad forestal. Sin embargo hay cultivos comerciales que pueden ser aptos como zonas buffer (algunos cítricos, café de media sombra, té, plantaciones de teca, pinos, etc.). Lo ideal para el uso de opciones productivas en zonas buffer, es establecer sistemas integrados de manejo, tales como los agrosilvopastoriles que incorporen manejo de vida silvestre (rancheo de fauna, uso sustentable de plantas, cosecha de frutos y semillas) y el agroecoturismo.



CAPÍTULO II



8. Desarrollo local. Sin duda, uno de los principales objetivos de las zonas buffer es aportar al desarrollo socio-económico local, de tal manera que sea más viable la conservación del área núcleo de la reserva, además de contribuir al paradigma del desarrollo sustentable. Esta contribución al desarrollo implica no sólo la participación de las comunidades locales en el uso (extractivo y no extractivo) de los recursos naturales de una zona buffer, sino también la participación de las ganancias generadas por el área protegida.

9. Vínculo entre áreas protegidas. De acuerdo a su diseño espacial, las zonas buffer, pueden funcionar como vínculo entre diferentes áreas protegidas (por ejemplo en un Área de Conservación). Según la extensión, forma, contigüidad de hábitats y usos productivos, se puede optimizar el diseño de las zonas buffer para que cumplan este objetivo. Asimismo, las zonas buffer funcionan como los “sectores de contacto” entre las áreas protegidas, mediante su conexión con los corredores biológicos. Otras veces, es factible establecer zonas buffer en los propios corredores biológicos, incrementando su eficiencia en el flujo de poblaciones.

Sin embargo, en la práctica el concepto de las zonas buffer ha sido difícil de aplicar. Una restricción está principalmente en las metodologías del diseño (criterios, técnicas, etc.) y por el otro en el monitoreo de su efectividad. Seguidamente, daremos una vista general de dos métodos elaborados para el diseño y monitoreo de zonas buffer. Luego, haremos mención de algunas

técnicas útiles para evaluar el efecto de borde en las áreas protegidas y su monitoreo.

a) Diseño y monitoreo de las ZA

Método 1:

(Hildebrand 1981 - Schelhas 1991)

Este método se basa en un sondeo rápido de las características biológicas del área protegida donde se diseñará una zona buffer y de las condiciones sociales y biológicas externas del área. Este sondeo para evaluar la situación externa de un área protegida debe:

- Resumir los aspectos claves de la conservación biológica del área protegida y de las tierras adyacentes;
- Describir los aspectos más importantes de las relaciones entre la gente local y el área protegida y
- Describir los tipos y patrones de uso del suelo y de los recursos naturales más importantes en las tierras adyacentes al área protegida.
- La estructura del método radica en indagar una serie de aspectos de cada uno de los temas señalados arriba, mediante un sistema de preguntas previamente estructuradas.

I. FASE DE DIAGNÓSTICO

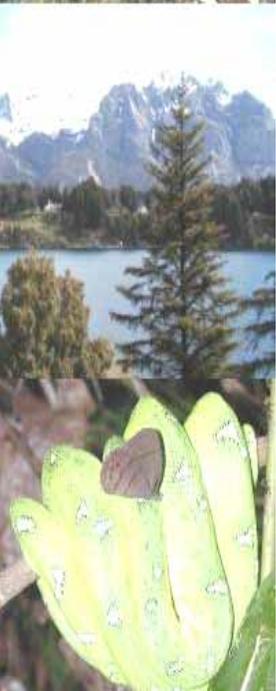
Previa a la propuesta de Zona Buffer en un parque determinado, es necesario efectuar un diagnóstico de la situación de conservación del área protegida, de las interacciones existentes con los pobladores locales y del uso del suelo y los recursos naturales que ellos realizan en las tierras circundantes.



CAPÍTULO II

Tópico 1: Aspectos claves de Biología de la Conservación del Parque y alrededores

Este tópico involucra un resumen de los aspectos claves de la biología de la conservación relativos al área del Parque y de las tierras adyacentes, tales como tamaño y forma, conectividad, viabilidad de la biodiversidad, especies y ecosistemas vulnerables o en peligro, representatividad de hábitats críticos, etc.



Tópico 1 A. Tamaño y Forma del Parque

- ¿El Parque es suficientemente grande?
- ¿La forma tiende a maximizar la relación superficie/Perímetro?
- ¿Hay problemas relacionados al efecto de borde del Parque tales como desplazamiento de especies silvestres fuera del área o de ganado desde afuera hacia adentro o perturbaciones derivadas de ellos?

Tópico 1 B. Conectividad

- ¿El Parque se encuentra actualmente conectado a otras áreas silvestres?
- ¿La conexión está formalizada en una categoría de manejo?
- ¿Las áreas silvestres conectadas tienen alguna categoría de conservación?

Tópico 1 C. Consideraciones sobre especies y ecosistemas

- ¿Qué especies en peligro están presentes?
- ¿Qué ecosistemas o hábitats críticos están presentes?



Tópico 1 D. Condiciones ecológicas de las tierras adyacentes

- Las tierras que rodean al Parque ¿Presentan todavía cobertura natural? ¿En qué porcentaje de nada, poco o muy modificada?
- ¿Existen ecosistemas o hábitats críticos no contenidos en el Parque?
- ¿Existen ecosistemas o hábitats claves para la biodiversidad del Parque?

Tópico 2. Aspectos de las relaciones entre el Parque y la gente local

- Este tópico describe los aspectos más importantes de las relaciones entre el Parque y los pobladores locales, sobre todo los aspectos de impactos negativos y positivos recíprocos

Tópico 2 A. Impacto de la gente local sobre el Parque

- ¿Se practica la caza dentro del Parque?
- Si se caza ¿Cuáles especies son cazadas y aproximadamente en qué proporción?
- ¿Colectan recursos silvestres para alimento, energía, medicinas, etc. y lo realizan adentrándose también al Parque?
- ¿Ingresa la gente al Parque para realizar actividades agrícolas?
- ¿Existe ingreso de animales domésticos y/o ganado dentro del Parque?
- ¿Se conoce la existencia de enfermedades del ganado que se haya extendido o que potencialmente pudiera extenderse dentro del Parque?
- ¿Se han visto las fuentes de agua del Parque afectadas por inundaciones, erosión, sedimentación

o contaminación, por el uso de las tierras aguas arribas del área protegida?

- ¿Los pesticidas penetran hacia el Parque desde las tierras adyacentes?

Tópico 2 B. Impacto del Parque sobre la gente local

- ¿Son los cultivos dañados o existe pérdida de ganado por la fauna silvestre?
- ¿Existen pérdidas de vidas humanas por la vida silvestre del Parque?
- Con la creación del Parque ¿Se han perdido tierras para uso tradicional de cacería, agricultura o de sitios religiosos o ceremoniales?
- ¿Se han perdido oportunidades para el establecimiento de nuevos asentamientos de pobladores en el área actualmente Parque?

Tópico 2 C. Beneficios recibidos por la gente local desde el Parque

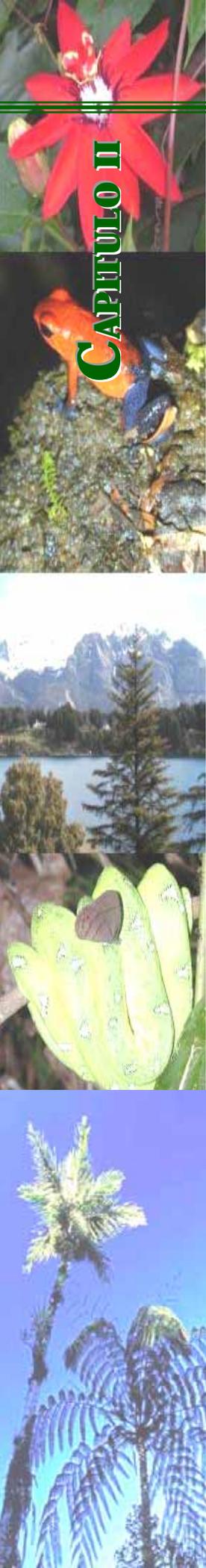
- ¿Reciben los pobladores vecinos beneficios provenientes de las fuentes de agua del Parque, ya sea agua limpia para el uso doméstico, agua para agricultura, control de inundaciones o protección contra la erosión de los suelos?
- ¿Los pobladores locales reciben del Parque servicios biológicos para sus cultivos, tales como polinización de las cosechas, producción de miel, aves y murciélagos que controlan insectos plagas, predadores que controlan roedores y otros vertebrados perjudiciales para los cultivos?
- ¿Los pobladores reciben beneficios directos de empleo por el Parque, tales como su contratación para protección, extensión, obreros, o

indirectos como por ejemplo los derivados del ecoturismo?

- ¿El Parque o las actividades de ecoturismo relacionadas a él proveen nuevas oportunidades de mercado para los productos generados por los locales, tales como artesanías, comidas, servicios de hospedaje, etc.?
- ¿Los pobladores locales utilizan el área del Parque para fines recreativos o educativos?
- ¿El Parque provee algún servicio directo o indirecto a la comunidad tales como cuidado de la salud, desarrollo de infraestructura (electricidad por ej.) o asistencia en eventos sociales y culturales (topes, fiestas patronales, etc.)?

Tópico 2 D. Presencia de Programas del Parque relacionados a la gente local

- ¿Cuál es el nivel y efectividad de las actividades de protección del Parque y cómo son vistas estas actividades por la gente local?
- ¿Desarrolla el Parque Programas de Educación Ambiental orientado a los pobladores locales?
- Si ello es así ¿Qué tan frecuentemente son realizados, con qué intensidad y cuál es el impacto producido en los pobladores vecinos al Parque?
- ¿Desarrolla el Parque actividades o Programas de Extensión, como por ejemplo para mejorar el cultivo de plantas que puedan sustituir los recursos naturales que han sido o son actualmente extraídos del área del Parque o del manejo productivo de la vida silvestre en general para el desarrollo económico de los pobladores?



CAPÍTULO II

Tópico 2 E. Actitudes de la gente local hacia el Parque

- ¿Cuáles son las actitudes de los pobladores locales hacia el Parque?
- ¿Existen o no expectativas de mejora de la calidad de vida por parte de los pobladores locales por la presencia del Parque?

Tópico 3: Situación Socio-económica de los vecinos del Parque

Este tópico debe describir las características generales de los pobladores (por ej. indígenas vs colonos recientes), los tipos de usos más importantes del suelo y de los patrones de utilización de los recursos naturales en las adyacencias del Parque, las bases de su economía familiar y comunitaria, necesidades básicas insatisfechas, etc.

Tópico 3 A. Tipo de Pobladores

- ¿La gente local son indígenas del área o migrantes?
- Si son colonos ¿Cuánto tiempo llevan en el área?
- ¿Existen conflictos entre los indígenas y los colonos?

Tópico 3 B. Usos del suelo

- ¿Cuáles son los principales tipos de usos del suelo actual y pasado?
- ¿Cuál es la importancia relativa de cada cultivo o tipo de ganado actual para la subsistencia o el mercadeo?
- ¿Qué esquema estacional de producción utilizan?
- ¿Cuáles factores son limitantes para la adopción de otros usos del suelo?

Tópico 3 C. Uso de Productos Silvestres

- ¿Cuáles productos silvestres son utilizados o lo fueron en el pasado reciente y para qué?
- ¿La extracción de productos silvestres responde a esquemas o pautas básicas de cosechas sostenibles?

Tópico 3 D. Actividades no agropecuarias

- ¿Qué actividades no agropecuarias son llevadas a cabo, tales como producción de artesanías, negocios y mercadeo, o trabajo asalariado?
- ¿Cuál es la importancia relativa de estas actividades en la economía doméstica?

Tópico 3 E. Estructura Social

- ¿Qué diferentes estratos sociales - basados en las actividades productivas- están presentes en la comunidad?
- ¿Cuál es la estructura de tenencia de la tierra?
- ¿Cuáles son las interacciones entre los diferentes grupos sociales?

Tópico 3 F. Necesidades de los Pobladores locales

- ¿Cuáles son las necesidades más relevantes de las comunidades locales -tales como carreteras, escuelas, salud, oportunidades de mercadeo de productos, etc.- y sus objetivos de desarrollo?
- ¿Cuáles son las necesidades de créditos y capital para cumplir sus metas de desarrollo?

Técnicas para la colecta de información

- Entrevistas formales a personas claves
- Conversaciones informales con los pobladores y personal del Parque
- Métodos participativos

- Observaciones en el terreno
- Consulta a expertos
- Revisión de antecedentes

Resultados esperados

- Conocimiento de los procesos actuales y futuros en el área protegida y alrededores
- Definición de las prácticas de uso del suelo y los recursos naturales en el pasado
- Detección de los cambios ocurridos y las razones de tales cambios (crecimiento demográfico, modificación de los patrones y tasas de consumo, acciones bélicas regionales, conflictos sociales, etc.

II. FASE DE DISEÑO

1. Tópicos Ecológico-Espaciales

1A. Rediseño de límites para minimizar el efecto de borde a través de interfases de la Zona Buffer y el Área protegida.

- Criterios Claves: Mejorar, si es necesario, la relación Superficie/Perímetro y favorecer los usos del suelo que promuevan "bordes blandos"; es decir aquellos que generan un menor efecto de borde hacia el interior del Parque que los "bordes duros".

1B. Superficie a extender como Zona Buffer para incrementar el tamaño de la unidad de conservación (Parque y ZB)

- Criterios Claves: Involucrar la mayor área compatible por el tipo de cobertura actual y por el potencial de actividades productivas sostenibles y de manejo de vida silvestre

1C. Opciones de conectividad para viabilizar la conservación de la biodiversidad

- Criterios Claves: Diseñar corredores biológicos continuos pero no demasiado anchos (por que las especies pueden establecerse y no funcionar como corredor) y monitorear su eficiencia en los diferentes taxa.
 - Por ej. El puma requiere un corredor de ancho mínimo de 5 Km., mientras que el venado cola blanca requiere 0.6 Km.
 - Por ej. Las especies del interior de hábitats primarios (caso de aves de bosques maduros o serpientes diurnas) no pueden cruzar espacios abiertos de 100 m de longitud y son más susceptibles a la falta de corredor continuo que los mamíferos nocturnos.

Tipos de corredores:

De acuerdo a función:

- para movimientos diarios o estacionales
- para mantener estructuras metapoblacionales.

De acuerdo a escala espacial:

- a escala de cercos vivos
- a escala de mosaicos de paisajes
- a escala regional

A su vez pueden ser continuos o "stepping-stones"

2. Tópicos Ecológico-sistémicos

2A. Interacciones ecológicas entre comunidades, poblaciones o parches del Parque y el área adyacente

- Criterios Claves: Incorporar, en la ZB a diseñar, los hábitats que



resulten claves para mantener la dinámica de parches y/o la estabilidad poblacional de la vida silvestre del Parque, incluyendo corredores de hábitat a escala local (pej. vegetación ribereña)

2B. Hábitats críticos presentes en la ZB, no representados en el área Parque

- Criterios Claves: Priorizar tales hábitats críticos en la zonificación interna de la ZB, destacándolos como reservas comunales, sitios de atractivo ecoturístico o científico o incorporarlas al sistema del Parque o Zona Núcleo.

2C. Especies vulnerables o en peligro presentes dentro y/o fuera del Parque

- Criterios Claves: Identificar aquellas especies que tengan conflictos con la gente local y aquellas que se encuentren presentes sólo (o poblaciones nucleares) en la ZB. Evaluar en base a sistemas "fuente-sumidero" y hábitats críticos. Establecer programas de protección específicos.

2D. Biodiversidad y posibles efectos de los Cambios Climáticos Globales

- Criterios Claves: Evaluar posibles "obstáculos" al desplazamiento de fauna, predecir las tendencias de cambio de los parámetros climáticos a nivel global y regional en el Área Protegida y priorizar el diseño espacial de la ZB y de los corredores en función de ello.

3. Tópicos de Manejo en la Zona Buffer

3A. Caza de fauna silvestre

- Criterios Claves: Estimar la magnitud de la cosecha, evaluar el potencial de aprovechamiento de las especies y diseñar esquemas de cosecha sostenibles. Evaluar la factibilidad de manejo en cautiverio o semicautiverio. Definir las áreas de caza, cuotas, épocas y técnicas. Establecer sistemas de monitoreo y regulación comunitaria de caza hacia el interior del Parque o Zona Núcleo.

3B. Extracción de Madera

- Criterios Claves: Establecer volúmenes de extracción en función de la capacidad de regeneración del bosque, utilizando los criterios de "gaps" y "franjales sucesionales". Zonificar la ZB, independiente de la tenencia de la tierra, en base al potencial de aprovechamiento forestal, segregando aquellos sectores destinados a protección de riberas y de hábitats especiales o críticos, asegurando un porcentaje mínimo del 50% de cobertura. Promover plantaciones forestales con nativas.

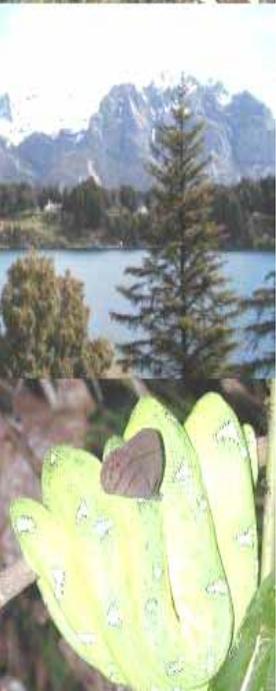
3C. Recolección de productos no maderables (tales como leña, medicinas, insumos para artesanías, frutos, ornamentales, etc.)

- Criterios Claves: Establecer sitios rotativos y volúmenes sostenibles de extracción de los productos utilizados, acordando cuotas por familias o comunidades. Monitorear la sustentabilidad de las cosechas. Promover el uso energético alternativo (solar, eólico, etc.) y la plantación de bosques energéticos.

3D. Actividades agropecuarias (opciones)



CAPÍTULO II



- Criterios Claves: Promover sólo actividad agrícola de subsistencia, dentro de esquemas de sistemas agroforestales. Si la agricultura es para mercadeo, es recomendable aquellos perennes (cítricos), de media sombra (café) o que protejan suelos (bambú). Fomentar la agricultura orgánica y los procesos de aprovechamiento multiespecies, como arroz/ peces/ patos u otros esquemas

3D. Actividades agropecuarias (ganado)

- Criterios Claves: Evaluar el potencial de ingreso de ganado al interior del Parque o Zona Núcleo (por destrucción de hábitat, excusa de ingreso de pobladores locales a cazar, transmisión de enfermedades, introducción de malezas, etc.). Si el riesgo es alto, fomentar sólo manejo de ganado doméstico en granja o corral. En algunos casos, contemplar manejo de pasturas en combinación con manejo de fauna (ej. venados).

3D. Actividades agropecuarias (daños)

- Criterios Claves: Reducir el daño de la fauna silvestre a las actividades productivas, mediante la selección de tipos de cultivos no apetecibles, cultivos "cautivos", métodos de disuasión (cercas eléctricas solares, paños de colores, cañón a gas, cultivos repelentes, etc.) o trampas vivas. Los individuos capturados pueden ser translocados, usados para programas de cautiverio o cosecha.

3D. Actividades agropecuarias (beneficios)

- Criterios Claves: Potenciar los beneficios recibidos por los

productores locales generados por el Parque o Zona Núcleo (agua para riego, polinizadores, control de plagas, etc.). Por ej. promoviendo cultivos polinizados por insectos, colocación de perchas para predadores aéreos en cultivos con problemas de roedores o langostas, utilización más eficiente del agua para riego, incorporación de turbinas generadoras de electricidad, entre otras acciones.

3E. Sanidad humana y animal

- Criterios Claves: Control de vectores tanto en el Parque como en la ZB. Las acciones deben ser sobre todo preventivas, por ejemplo para los casos de rabia, brucelosis, tuberculosis, hantavirus, entre otros. Establecer, junto al Ministerio de Salud, un monitoreo periódico de posibles eventos epidémicos, evaluando prevalencia de las diferentes enfermedades, tanto en humanos como en la fauna silvestre. Evaluar animales "cebados".

3F. Otras Actividades Económicas

- Criterios Claves: Promover las actividades manufactureras que utilicen productos naturales de uso sostenible o subproductos agropecuarios no degradatorios del ambiente. Fomentar, evaluando impacto y capacidad de carga, las actividades ecoturísticas con participación comunitaria. Combinar agroecoturismo, manejo de fauna silvestre (por ej. Ara, monos, venados, etc.) y hábitat especiales.

Esta metodología permite finalmente obtener una vista bastante exacta de la situación externa y de las condiciones propias del área



protegida, sobre la cual diseñar una zona buffer realista e identificar los indicadores potenciales para monitorear su eficiencia. Esta metodología nos brinda:

- La identificación de los temas más críticos en la relación gente local/área protegida;
- La colección de información que permita el diseño de prácticas de manejo que provean beneficios económicos y sostenibilidad ecológica;
- La identificación de estrategias de manejo que sean aceptables social y culturalmente por la gente local;
- La identificación de necesidades y tendencias a largo plazo de las comunidades locales que pondrían en riesgo la conservación y viabilidad del área protegida y
- La identificación de prioridades biológicas y socio-económicas sobre las cuales prestar atención en un programa de monitoreo.

Método 2: (Hinojosa & Vides 2002)

Este método consiste en un **Análisis de Tensiones**, que de alguna manera es una meta-análisis de la información preexistente y recopilada previamente mediante metodologías como las de Hildebrand (1981) y Schelhas (1991), vista anteriormente.

Básicamente, el método implica:

1. Colocar en una grilla espacial la superficie que involucra el área protegida y una superficie equivalente alrededor del área, considerándola a priori como "zona de influencia".
2. Describir los principales rasgos geográficos naturales y antrópicos de

toda la unidad (por ejemplo accidentes geográficos, ríos, carreteras, grandes campos de cultivos, etc.)

3. Identificar y cualificar una serie de variables que describen las condiciones críticas de conservación de biodiversidad y de otros recursos naturales o culturales (por ej. arqueológicos) y de los patrones y tipos de uso del suelo y los recursos naturales.

4. Todas estas variables son analizadas capa por capa y son montadas en un Sistema de Información Geográfica (ArcView). (Seguidamente, veremos algunos ejemplos de valoración de variables utilizadas para la construcción de estas capas)

5. Se predefine un límite de la zona buffer en base a criterios de rasgos geográficos, naturales y/o antrópicos

6. Se efectúa un análisis de tensiones en cada cuadrícula de la grilla, basado en la categorización de variables críticas. Este análisis de tensiones se refleja en una escala que permite visualizar los sectores de la grilla donde convergen más tensiones que en otras. Por ejemplo, se consideran tensiones altas a la superposición de rasgos biológicos (hábitat críticos, hábitat de especies relevantes), geomorfológicos (geoformas con suelos frágiles y susceptibles de erosión) o culturales (por ej, yacimientos arqueológicos) de valor para la conservación, con el tipo de uso actual (y sus tendencias) del suelo y los recursos naturales (presencia de asentamientos humanos y su magnitud, infraestructura de accesos, áreas de extracción de fauna, presión de ganadería, extracción forestal, etc.).

7. Se delimita la zona buffer de tal modo de involucrar los diferentes grados de tensiones y se zonifica internamente de acuerdo a esta categorización.

8. Se combinan los rasgos geográficos con la grilla de tensiones, para lograr finalmente una delimitación y zonificación de la zona buffer operativa.

9. El monitoreo de la zona buffer se estratifica en función de la valoración de cada cuadrícula de la grilla, definiéndose como prioritarias aquellas de máxima tensión actual o potencial.

b) Monitoreo del efecto de borde

Es otro tema especial para el monitoreo de las áreas protegidas. El efecto de borde es el efecto generado por la interfase (más o menos abrupta) de dos tipos contiguos de hábitats. En el proceso de fragmentación de las áreas silvestres, el efecto de borde es uno de los principales factores que determinan la pérdida de biodiversidad original

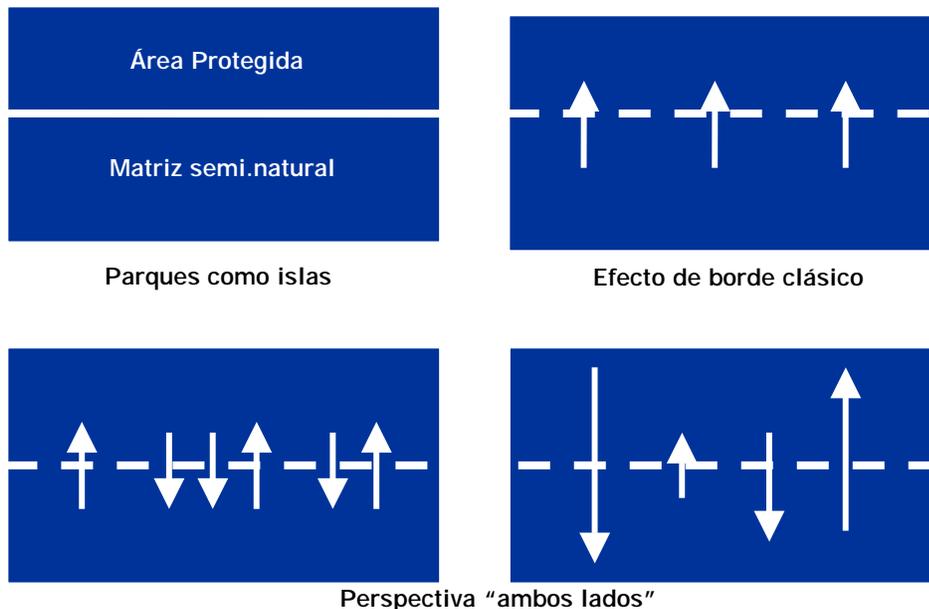
de los ecosistemas, dando lugar a la colonización de especies de amplia distribución y por lo general euritópicas.

Podemos distinguir dos tipos de bordes:

Bordes "duros"; en donde el contraste entre los tipos de hábitats contiguos es significativa, dando lugar a un corte abrupto de las características espaciales que afecta la calidad de hábitat de especies estenotópicas. Por ejemplo, el cultivo de una gramínea anual colinda con un bosque, genera un borde de este tipo.

Bordes "blandos"; en donde el contraste se atenúa entre dos tipos contiguos de hábitats, debido a una mayor similitud en la estructura espacial, como por ejemplo por compartir tipos similares de formas de vida. Por ejemplo, un cultivo de coníferas exóticas contiguo a un bosque subtropical, genera un borde "blando".

Figura: Evolución del concepto de efecto de borde en áreas protegidas (basado en Feinsinger 2001)





De acuerdo al tipo de borde, los efectos sobre los ecosistemas naturales son, entre otros varios, los siguientes:

- Cambios en los parámetros físicos, por ejemplo por mayor insolación, viento, desecamiento, etc. que afecta la tasa de reclutamiento de plantas y la estructura de la biodiversidad, como de la entomofauna aérea y terrestre.
- Cambios en los parámetros químicos y de nutrientes; la mayor exposición solar y la mayor penetración del viento, produce cambios en la química de los suelos y en la disponibilidad de nutrientes.
- Alteración de la estructura espacial del hábitat, que afecta negativamente a especies del interior de los hábitats naturales y positivamente a especies euritópicas, reduciendo así la biodiversidad original del hábitat.
- Alteración del éxito reproductivo de las aves, como consecuencia de una mayor penetración e incidencia de depredación de nidos y de parasitismo de cría

Algunos parámetros utilizados para monitorear el efecto de borde son:

- Seguimiento de los cambios de la estructura espacial del borde mediante el cálculo del Índice de Contraste. Este índice mide el grado de contraste en la estructura vertical y horizontal entre los hábitats adyacentes.
- Seguimiento de los cambios en parámetros físico-químicos del suelo

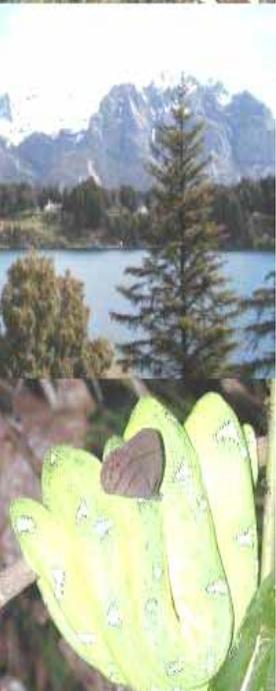
y de la tasa de erosión y lixiviación de nutrientes

- Seguimiento de los cambios microclimáticos entre los hábitats adyacentes, mediante el monitoreo de los cambios de temperatura, insolación, velocidad del viento, evapotranspiración, etc.
- Seguimiento de indicadores biológicos, tales como diversidad de insectos a diferentes estratos de la vegetación y a diferentes profundidades del borde, o cambios en los Índices de Similitud en grupos bióticos entre los hábitats adyacentes
- Seguimiento de cambios demográficos de grupos y especies indicadoras, como por ejemplo evaluación de la tasa de depredación de nidos de aves del interior del bosque o de parasitismo de cría, etc.
- Seguimiento de los cambios en abundancia y de la composición de mamíferos carnívoros mediante trampas fotográficas,

Diseño Y Monitoreo De La Eficacia De Los Corredores Biológicos

Se define un corredor biológico (también denominado corredor para el movimiento de la vida silvestre; Harris & Gallagher, 1989) como un hábitat linear, continuo o discontinuo, que funciona como conexión entre hábitats adyacentes similares. De acuerdo a la biología y ecología de las especies, se requieren diferentes tipos de corredores:

- Para aquellas especies que requieren corredores para desplazamientos o migraciones



periódicas o estacionales (estacional: aves migratorias, desplazamiento de ungulados; diario: dormideros/ alimentación, desplazamiento vertical de insectos de follaje, etc.)

- Para aquellas especies que requieren procesos permanentes de inmigración y emigración de individuos entre parches para mantener estructura metapoblacional
- Para aquellas especies cuyas poblaciones se encuentren fragmentadas y cuyo aislamiento podría llevarlas a la extinción

Según los “usuarios” del corredor biológico, podemos distinguir entre:

Usuarios de paso: utilizan los corredores para permitir el paso de individuos directamente entre dos áreas, mediante eventos discretos de corta duración, por ej.

- Dispersión de juveniles,
- Migración estacional
- Movimientos entre partes de home range grandes
- Muchas especies de grandes herbívoros y medio a grandes carnívoros, así como los migratorios, pertenecen a esta categoría de usuario

Usuarios de hábitat: son aquellas especies que requieren varios días o generaciones para pasar a través de un corredor, por ejemplo:

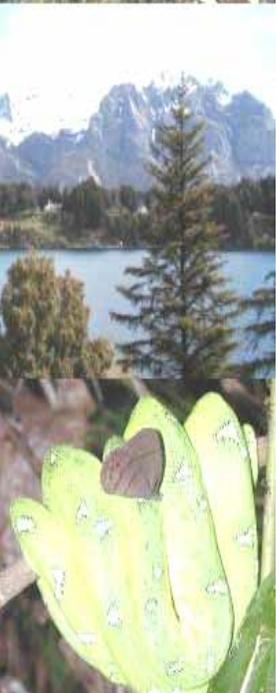
- La mayoría de las plantas en el proceso de dispersión
- Especies en general poco ágiles, como ciertos reptiles, anfibios, insectos, pequeños mamíferos y aves con baja habilidad de dispersión

De esta manera, los corredores deben proveer todos o casi todos los

requerimientos de hábitat para las diferentes especies, en particular para la alimentación y reproducción. Los corredores biológicos han sido considerados como una “panacea” para la conservación biológica, ya que con su establecimiento estaríamos asegurando el flujo genético entre poblaciones “aisladas” dentro de las áreas protegidas y con ello incrementar su viabilidad a largo plazo. Sin embargo, su eficacia y eficiencia ha sido motivo de gran debate en la Biología de la Conservación de las últimas dos décadas. Si bien tiene varias desventajas (como por ejemplo que a través de los corredores biológicos pueden extenderse el fuego y enfermedades y con ello atentar contra la diversidad biológica), tiene otras muchas ventajas, tales como el asegurar el flujo genético entre las poblaciones de especies vulnerables y en peligro. Seguidamente se sintetizan algunas de estas Ventajas y desventajas desde el punto de vista de las áreas protegidas.

Ventajas:

- Aumenta la tasa de inmigración al AP
- Aumenta o mantiene la riqueza y diversidad de especies (predicha por la Teoría de la Biogeografía de Islas)
- Aumenta el tamaño poblacional de especies particulares y disminuye la probabilidad de extinción o permite el reestablecimiento de poblaciones localmente extintas
- Previene depresión endogámica y mantiene variación genética dentro de las poblaciones
- Provee incremento de área de forrajeo para especies de amplio rango



- Provee cobertura para escape de predadores para el movimiento entre parches
- Provee una mezcla de hábitats y estados sucesionales para especies que requieren una variedad de hábitats para diferentes actividades o estados de su ciclo de vida
- Provee refugio alternativo frente a grandes perturbaciones (por ej. fuegos, inundaciones, etc.)

Desventajas:

- El incremento de la tasa de inmigración hacia un AP podría llevar a:
 - Facilitar la dispersión de enfermedades infecciosas, plagas de insectos, especies exóticas, malezas, y otras especies indeseables hacia el interior de la reserva o a través del paisaje
 - Disminuir el nivel de variación genética entre las poblaciones o subpoblaciones o interrumpir complejos genéticos de coadaptación o adaptación local (depresión exogámica)
 - Facilitar la dispersión de fuego y otros disturbios abióticos
 - Incrementar la exposición de la vida silvestre a los cazadores y a predadores (efecto de borde y mesopredadores oportunistas)
 - Podrían ocurrir conflictos con otras estrategias de conservación orientadas a preservar el hábitat de especies en peligro
 - La relación costo/beneficio podría ser negativa frente a otras opciones de conservación (por ej. la compra de tierra para ampliar las áreas protegidas)

Para poder efectivamente saber si un corredor biológico está cumpliendo

su función (de tal modo que sus ventajas superen ampliamente sus desventajas), es necesario de un intenso y continuo monitoreo y evaluación. En general, si dentro de las áreas protegidas el monitoreo es subestimado, para el caso de los corredores biológicos (y de las zonas buffer) lo es aún más.

Algunos pasos a tener en cuenta para el diseño y el monitoreo de corredores biológicos, fueron sugeridos por Beier & Loe (1992) (con modificaciones):

1. En primer lugar, identificar los tipos de hábitats presentes en cada una de las áreas que el corredor biológico está conectándolas. Es decir, cuáles son las particularidades y rasgos relevantes de biodiversidad presentes en cada una de ellas, como por ejemplo hábitats críticos, poblaciones de especies en peligro, etc.
2. Seleccionar especies indicadoras, paraguas o claves que se verían beneficiadas por la presencia del corredor biológico, como por ejemplo por tener poblaciones reducidas, tener home range de grandes dimensiones, tener necesidades de movimientos estacionales, etc.
3. Evaluar las necesidades más relevantes para cada especie seleccionada, lo que determinará diferenciar a aquellas verdaderas "usuarias" de los corredores biológicos (especies relativamente vágiles pero estenotópicas) frente a aquellas accidentales u oportunistas (especies vágiles y euritópicas) Identificar las características de los movimientos de cada una de estas especies

CAPÍTULO II

seleccionadas, mediante radi rastreo, métodos de captura y recaptura, seguimiento aéreo, trampas fotográficas, observación directa, etc.

4. Para cada corredor potencial, basado en las rutas que las especies seleccionadas recorren, evaluar cómo el área potencial de corredor se acomodaría para cada una de ellas, teniendo en cuenta los factores determinantes de los patrones de movimiento, tales como rasgos geomorfológicos, estructura espacial de la hidrografía, tipos de hábitats utilizados para el movimiento, barreras físicas naturales o antrópicas (carreteras, asentamientos humanos, campos de cultivos, embalses, etc).

5. Dibujar el corredor (o corredores) sobre un mapa, señalando los tipos de vegetación involucrada, tipos de conectividad, extensión y ancho potencial del corredor, barreras potenciales, etc. Explicar cómo el corredor cubre las necesidades de movimiento de cada una de las especies seleccionadas.

6. Evaluar la situación socio-económica y legal de las tierras donde se diseñó el corredor, tal como

aspectos de tenencia legal de la tierra, tendencias sociales de colonización, tendencias de la producción agropecuaria, tendencias en el desarrollo de infraestructura, etc.

7. Finalmente, diseñar un programa de monitoreo: una vez establecido el corredor, es necesario medir su eficacia, mediante el seguimiento de las especies seleccionadas, tales como conteo de individuos en estaciones predeterminadas, evaluación de rastros, documentación fotográfica del uso del corredor, radiotelemetría o medidas de flujo génico. El diseño del sistema de monitoreo deberá ser del tipo experimental, de tal modo que la información generada alimente un sistema de manejo adaptativo.

Inglis & Underwood (1992), señalaron una serie de diseños experimentales para evaluar la eficacia de los corredores biológicos, donde se enfatizan los aspectos estadísticos y de las suposiciones que deben asumirse en el diseño y monitoreo de corredores.



REFERENCIAS UTILIZADAS

Esta Guía está basada tanto en la experiencia de trabajo en diversas regiones de América Latina, pero también tomando como referencia numerosas obras bibliográficas y publicaciones científicas, algunas de las cuales fueron utilizadas para extraer conceptos, ejemplos, datos, técnicas, etc., tales como:

- A. Rabinowitz (1993). Wildlife field research and conservation training manual, WCS.; R. Primack (1993). Essentials of conservation biology, Sinauer Ass.
- A.E. Magurran (1988). Ecological diversity and its measurements, Princeton Univ. Press.
- A.M. Parma (1998). What can adaptative management do for our Fish, Forests, Food, and Biodiversity?, Integrative Biology 1F.
- A.Y. Cooperrider et al (1986). Inventory and monitoring of wildlife habitat, USDIC.
- Beier & S. Loe (1992). A checklist for evaluating impacts to wildlife movement corridors, Wildl. Soc. Bull. 20P.
- C.D. Thomas (1994). Extinction, colonization, and metapopulations: Environmental tracking by rare species, Cons. Biol. 8(2)
- D. Alder & T.J. Synnott (1992). Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest, Univ. of Oxford.
- D. Simberloff & J. Cox (1987). Consequences and costs of conservation corridors, 1(1)
- D. Simberloff (1998). Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era?, Biol. Cons. 83(3)
- D.A. Saunders et al (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review, Cons. Biol. 5(1)
- D.E. Wilson et al (1996). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for Mammals, Smithsonian Inst. Press
- Dallmeier & J.A. Comiskey (1998). Forest biodiversity, research, monitoring and modeling, MAB vol 20, UNESCO.
- Drakontos, T.B. Herman et al (1995). Ecosystem monitoring and protected áreas, S&MPAA
- E. O. Wilson (1994). La diversidad de la vida,
- F. Rivera-M. et al (1995). Manejo y monitoreo de las aves residentes y migratorias y sus hábitats en América Latina y El Caribe: un punto de vista interamericano, U.S. Fish & Wildlife Service/IAOF.
- Fundación Charles Darwin (1999). Plan Operativo de la Estación Científica Charles Darwin, Fund. Charles Darwin para las Islas Galápagos
- G. Halffter (1998). A strategy for measuring landscape biodiversity, Biol. Intern. 36
- G. Inglis & A.J. Underwood (1992). Comments on some designs proposed for experiments on the biological importance of corridors, Cons. Biol. 6(4)
- G. Risser (1995). Biodiversity and ecosystem function, Cons. Biol. 9(4)
- G.K. Meffe & C.R. Carroll (1994). Principles of conservation biology, Sinauer Ass.
- G.V.N. Powell et al (1989). Neotropical migrant landbird use of lowland Atlantic habitats in Costa Rica: A test of remote sensing for identification of habitat, Manomet Symp
- Ibisch, K. Columba & S. Reichle (2001). Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para las ecorregiones del Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal, Bolivia. FAN/FUNDECO-IE/APCOB/IPP.
- J. Schelhas (1991). A methodology for assessment of external issues facing national parks, with application in Costa Rica, Environm. Cons. 18(4).
- J.A. Bailey (1984). Principles of wildlife management, John Wiley & Sons

- J.G. Robinson & K.H Redford (1991). Neotropical wildlife use and conservation, The Univ. of Chicago Press
- Kay, JJ (2003). The ecosystem approach to monitoring integrity. Univ. of Waterloo. Whitehead
- Krebs (1985). Ecología: estudio de la distribución y la abundancia, seg. Edic., Harla
- L. Cayot et al (1996). Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita del Parque Nacional Galápagos, SPNGL. Hansson & P. Angelstam (1991). Landscape ecology as a theoretical basis for nature conservation, Landscape Ecol. 5(4)
- M. Cifuentes (1992). Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas, CATIE
- M.A. McGeoch (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators, Biol. Rep. 73
- M.E. Favila & G. Halffter (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function, Acta Zool., Mex. 72
- M.G. Turner (1989). Landscape ecology: The effect of pattern on process, Ann. Rev. Ecol. Syst. 20P.
- P.Ibisch et al (1999). Identification of conservation priorities in the Bolivian Amazon, Procc. Deutscher Tropentag
- P.J. et al (2000). Defining and measuring the health of savanna landscapes: A north Australian perspectiva. CRC, Australia. 23 pp.
- P.L. Manley et al (1993). Guidelines for monitoring populations of neotropical migratory birds on national forest system lands, USDA/Forest Service.
- R.F. Noss (1990). Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach, Cons. Biol. 4(4)
- S. Dobson & J. Yu (1993). Rarity in Neotropical forest Mammals revisited, Cons. Biol. 7(3)
- S.P. Hubbell (1998). The maintainance of diversity in a neotropical tree community: conceptual issues, current evidence, and challenges ahead, M&B Series V.20
- TNC (2000). Esquema de las cinco S para la conservación de sitios, TNC, USA.
- TNC (2003). Evaluación de viabilidad de los objetos de conservación. Hoja de Cálculo en CAPv3.xls. TNC, USA.
- TNC. (2003). Methods for evaluating ecosystem integrity and monitoring ecosystems response. Washington.