

El Plan de Acción de Madrid para las Reservas de Biosfera, período 2008 - 2013, aprobado por el Consejo Internacional de Coordinación del Programa MAB en 2008, señala tres retos emergentes de alcance global, que han hecho que sea necesario que dicho programa se adapte y cambie para poder responder con eficacia a estos nuevos desafíos. Entre dichos retos se menciona, la pérdida acelerada de la diversidad cultural y biológica y sus consecuencias inesperadas en la capacidad de los ecosistemas para continuar proporcionando servicios fundamentales para el bienestar de la humanidad.

En tal sentido, el propio Plan de Madrid apunta expresamente a dicha problemática al señalar como uno de sus objetivos, Comunicación de las experiencias de las reservas de la biosfera, sobre participación social y gestión de los servicios prestados por los ecosistemas ....., siendo una de las acciones contempladas para este objetivo, realizar un análisis crítico y una síntesis de los datos existentes basados en la experiencia de implantación de los planes de gestión/cooperación en las RB de todo el mundo, incluida su relación con los servicios prestados por los ecosistemas.

Así, la presente publicación viene a representar una contribución valiosa en el marco de los análisis y lineamientos del Plan de Acción de Madrid y como Secretaria del Programa MAB sobre el Hombre y la Biosfera, nos anima la esperanza que este documento guíe y aliente a los países de Iberoamérica a reforzar sus acciones para mejorar la gestión de sus reservas de biosfera, en que el cuidado y recuperación de ecosistemas y de los servicios que brindan a la humanidad, es hoy una necesidad imperiosa.



Reservas de la Biosfera y su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas



# Reservas de la Biosfera

## Su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas

Experiencias exitosas en Iberoamérica



Editores  
Pedro Araya Rosas  
Miguel Clüsener-Godt

Las reservas de la biosfera han sido concebidas para responder a una de las preguntas más esenciales que se plantean al mundo en la actualidad: ¿cómo conciliar la preservación de la diversidad biológica y de los recursos biológicos con su uso sostenible? La eficacia de una reserva de la biosfera exige que los especialistas en ciencias naturales y sociales, los grupos involucrados en la conservación y el desarrollo, las autoridades administrativas y las comunidades locales trabajen juntos en esta compleja cuestión.

Experiencias exitosas en Iberoamerica

# Reservas de la Biosfera

Su contribución a la provisión de  
servicios de los ecosistemas

“Los autores se hacen responsable por la elección y presentación de los hechos que aparecen en la presente publicación y por las opiniones que allí se expresan, las cuales no reflejan necesariamente las de la UNESCO, y no comprometen a la Organización.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos, no implican de parte de la UNESCO juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites”

---

**UNESCO 2010**

Oficina Principal de la UNESCO  
7 Place de Fontenoy,  
75352 Paris 07 SP, Francia

I.S.B.N.: 978-956-332-417-4

**Primera Edición**  
1.000 Ejemplares

**Diseño & Diagramación:** Manuel López L.

**Impreso en:** Editorial Valente Ltda.

**Foto Principal Portada:** Cabo de Gata, España - **Autor:** Javier Hernández

Impreso en Chile / Printed in Chile

Reservas de la Biosfera en Iberoamerica



Experiencias exitosas en Iberoamerica

# Reservas de la Biosfera

Su contribución a la provisión de  
servicios de los ecosistemas

Editores

Pedro Araya Rosas / Miguel Clüsener-Godt



# Presentación

El Plan de Acción de Madrid para las Reservas de Biosfera, período 2008 - 2013, aprobado por el Consejo Internacional de Coordinación en febrero de 2008, en el marco del Congreso Mundial de Reservas de Biosfera, señala tres retos emergentes de alcance global, que han hecho que sea necesario que el Programa MaB se adapte y cambie para poder responder con eficacia a estos nuevos desafíos. Entre dichos retos se menciona, la pérdida acelerada de la diversidad cultural y biológica y sus consecuencias inesperadas en la capacidad de los ecosistemas para continuar proporcionando servicios fundamentales para el bienestar de la humanidad.

Con relación a esta problemática, se indica en dicho Plan que, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio ha articulado y descrito los servicios prestados por los ecosistemas de modo que ha obtenido la aceptación generalizada del sector privado y público y las organizaciones de la sociedad civil. Agrega que, la esencia de las reservas de biosfera como lugares de desarrollo sostenible puede considerarse como el esfuerzo de diseñar y desarrollar una combinación específica para cada lugar de servicios del ecosistema (apoyo, aprovisionamiento, regulación y cultura).

En este sentido se menciona que son fundamentales las consultas constantes y activas entre los diversos sectores involucrados para, encontrar la combinación idónea de servicios de los ecosistemas que podría ilustrar el papel de las reservas de biosfera como modelo para un desarrollo sostenible de paisajes terrestres y marinos a escala regional, nacional y global.

Como puede observarse, las referencias anteriores plantean claramente que las reservas de biosfera están llamadas a cumplir un rol muy importante en la provisión de servicios de los ecosistemas, mas aún considerando que los resultados de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (ONU, 2005) son bastante insatisfactorios. En efecto, de un total de 24 servicios evaluados, 15 de ellos (el 60 %), están siendo degradados o se están utilizando de manera no sostenible a nivel global.

En tal sentido, el propio Plan de Madrid apunta expresamente a dicha problemática al señalar como uno de sus objetivos, *comunicación de las experiencias de las reservas de la biosfera, sobre participación social y gestión de los servicios prestados por los ecosistemas*, siendo una de las acciones contempladas para este objetivo, *realizar un análisis crítico y una síntesis de los datos existentes basados en la experiencia de implantación de los planes de gestión/cooperación en las RB de todo el mundo, incluida su relación con los servicios prestados por los ecosistemas*.

Así, la presente publicación viene a representar una contribución valiosa en el marco de los análisis y lineamientos del Plan de Acción de Madrid, y como Secretaria del Programa MAB sobre el Hombre y la Biosfera, nos anima la esperanza que este documento guíe y aliente a los países de Iberoamerica a reforzar sus acciones para mejorar la gestión de sus reservas de biosfera, en que el cuidado y recuperación de ecosistemas y de los servicios que brindan a la humanidad, es hoy una necesidad imperiosa.

Una vez más nos corresponde agradecer al Organismo Autónomo Parques Nacionales, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, por su apoyo para elaborar esta publicación, que si duda será muy bien recibida por los gestores de reservas de biosfera en Iberoamerica e incluso en otras regiones del accionar del MAB en el mundo. Agradezco asimismo, a los editores y a los autores de los artículos, por su esfuerzo e interés en compartir sus experiencias, que finalmente han hecho posible este libro.

Natarajan Ishwaran  
Director, División de Ciencias Ecológicas  
y de la Tierra, UNESCO

# Contenido

Presentación.....	<b>5</b>
La provisión de agua como Servicio Ambiental de la Reserva de Biosfera de las Yungas, Argentina .....	<b>9</b>
Pacheco, S., L. R. Malizia y A.D. Brown	
Eco Piscicultura de altura en la Reserva de la Biosfera Apolobamba (Ulla Ulla), Estado Plurinacional de Bolivia .....	<b>21</b>
Carlos Eduardo de Ugarte Ulloa	
Evaluación Ecosistémica del Cinturón Verde de São Paulo, Brasil: una propuesta de gestión territorial en una reserva de la biosfera en ambientes urbanos.....	<b>31</b>
Pires, B.C.C.; Rodrigues, E.A.; Victor, R.A.B.M.; Andrade, M.R.M.; Arraes, N.; Canil, K.; Carvalho, Y.C.; Dale, P.; Gadda, T.; Honda, F.A.; Kanashiro, M.M.; Martins, A.P.G.; Nakaoka Sakita, M.; Oliveira, A.M.S.; Rachid, A.; Salay, E.; Saldiva, P.H.; Sousa, V.C.; Vieira, F.R.M.	
El turismo, un servicio ecosistemico vinculado a la conservación ambiental y el desarrollo local. El caso de la Reserva de Biosfera Torres del Paine, Chile .....	<b>49</b>
Pedro Araya	
Reserva de la Biosfera La Amistad, Costa Rica. Gestión del turismo de alta montaña en el Parque Nacional Chirripó .....	<b>59</b>
Oscar Esquivel Garrote	
Bienes y servicios ecosistémicos en las reservas de biosfera del Ecuador .....	<b>69</b>
Cristina Rosero e Isidro Gutiérrez	

Reserva de la Biosfera Apaneca - Ilamatepec: prestando servicios ecosistémicos a El Salvador .....	<b>87</b>
Zulma Ricord de Mendoza y Melibea Gallo	
Servicios Ecosistémicos en las Reservas de la Biosfera de Andalucía, España: expresiones culturales y turísticas.....	<b>101</b>
Águeda Villa	
Sistema de apoyo a la gestión de reservas de la biosfera basado en el monitoreo de la productividad primaria: ensayo en Cabo de Gata-Níjar (Almería-España) .....	<b>119</b>
C. Oyonarte; D. Alcaraz-Segura; M. Oyarzabal; J. Paruelo y J. Cabello	
La restauración hidrológica, una herramienta para recuperar servicios ecosistémicos; el caso de Doñana, España .....	<b>141</b>
Juan Carlos Rubio García y Patxi Serveto I Aguiló	
Indicadores de cambio global en la Reserva de la Biosfera del Montseny, España .....	<b>161</b>
Martí Boada, Sónia Sánchez, Josep Pujantell y Diego Varga	
Pago por servicios ambientales como herramienta para fortalecer la gestión de reservas de biosfera, la experiencia de Nicaragua .....	<b>179</b>
Antonio Mijail Pérez e Isabel Siria	
Recomposición del Paisaje y Reforestación en la Reserva de Biosfera de Mbaracayu, Paraguay .....	<b>197</b>
Danilo A. Salas-Dueñas y Edgar García Duarte	
Los Paisajes Culturales Andinos. Lecciones milenarias para potenciar los servicios ambientales e impulsar el desarrollo de la Red de Reservas de Biosfera en el Perú .....	<b>213</b>
Luis Alfaro Lozano	



# La provisión de agua como Servicio Ambiental de la Reserva de Biosfera de las Yungas, Argentina

PACHECO, S., L. R. MALIZIA  
y A.D. BROWN

## Introducción a los Servicios Ambientales

La necesidad de ampliar y hacer sostenible la provisión de servicios ambientales ha dado lugar, en diversos países, a la búsqueda e implementación de esquemas novedosos de conservación y gestión, los cuales apuntan a integrar simultáneamente objetivos económico-productivos, ambientales y sociales (Villalobos 2006). De esta necesidad surge el pago por servicios ambientales, como un mecanismo de compensación económica, a través del cual los beneficiarios o usuarios del servicio, retribuyen a los proveedores o custodios del mismo. Con esos recursos, el proveedor debe adoptar prácticas de manejo dirigidas a elevar o al menos mantener la calidad del servicio ambiental ofrecido (Villalobos 2006).

Hay casos donde interesa asegurar servicios ambientales de interés local o regional, como la regulación o filtración de los flujos de agua, a fin de asegurar un adecuado suministro. Como el agua fluye a través de diferentes territorios, es necesario trabajar con múltiples actores y diversos usos de la tierra. Si bien existen ejemplos de mecanismos simples de pago por el servicio de regulación o filtración del agua, son frecuentes los esquemas más complejos de compensación surgidos de procesos de negociación (Rosa et al. 2004).

Existe un creciente interés en usar esquemas de compensación por servicios ambientales como mecanismos para fortalecer medios de vida locales, y revalorizar los espacios rurales con su diversidad de prácticas y ecosistemas, tanto naturales como manejados. En este punto, el proceso de establecer esquemas de compensación resulta más complejo, pues el objetivo de fortalecer medios de vida rurales es fundamental y no un objetivo secundario (Rosa et al. 2004).

## Introducción a la Reserva de Biosfera de las Yungas

Las Reservas de la Biosfera contribuyen a la protección de paisajes, ecosistemas, especies y recursos genéticos; promueven el desarrollo económico y humano sustentable, y generan acciones de investigación, educación y formación de recursos

---

administracion@proyungas.org.ar  
Fundación ProYungas

humanos. La Reserva de la Biosfera de las Yungas (RBYungas), creada en el año 2002, tiene por objetivo la conservación y manejo sustentable de una muestra representativa de la ecorregión de las Yungas. Si bien las Yungas ocupan sólo el 2% del territorio nacional (aproximadamente 5 millones de ha en el noroeste de Argentina), albergan probablemente cerca del 50% de la biodiversidad del país.

La RBYungas tiene una superficie aproximada de 1.350.000 ha, es una de las más grandes de Argentina y una de las pocas que incluye territorio de dos provincias (Salta y Jujuy). En la provincia de Salta, incluye parte de los departamentos de Santa Victoria, Iruya y Orán, y en la provincia de Jujuy, parte de los departamentos de Valle Grande, Ledesma, Dr. Manuel Belgrano y Palpalá (Mapa 1).



**Mapa 1.** Ubicación de la Reserva de la Biosfera de las Yungas en las provincias de Salta y Jujuy, en el noroeste de Argentina.

Los ambientes naturales de la reserva están representados en su mayoría por los pisos altitudinales de Yungas o Selvas Subtropicales de Montaña: Selva Pedemontana (400-900 msnm), Selva Montana (900-1.500 msnm), Bosque Montano (1.500-2.500 msnm) y Pastizales de Neblina (2.500-3.500 msnm). En menor medida la reserva alberga Humedales, Chaco Serrano (1.500-2.000 msnm) y Pastizales Altoandinos (>3.500 msnm). Las áreas transformadas incluyen los cultivos intensivos de las áreas pedemontanas planas, y las parcelas agrícolas, campos de pastoreo y plantaciones forestales de las zonas en ladera (Mapa 2 y Tabla 1).



**Mapa 2.** Unidades ambientales dentro de la Reserva de la Biosfera de las Yungas.

**Tabla 1.** Superficie de áreas naturales y transformadas dentro de la Reserva de la Biosfera de las Yungas

<b>Categoría general</b>	<b>Sup. (ha)</b>	<b>Categoría detallada</b>	<b>Sup. (ha)</b>
<b>Áreas naturales</b>			
Yungas	1.208.665	Selva Pedemontana	278.625
		Selva Montana	305.235
		Bosque Montano	287.382
		Pastizal de Neblina	337.423
Humedales	32.960	Bosque ribereño	12.241
		Cauces de ríos y arroyos	20.719
Bosque chaqueño	8.497	Chaco serrano	8.497
Pastizal Altoandino	7.574		
<b>Áreas transformadas planas y en ladera</b>	91.427		
<b>TOTAL</b>	1.349.123		

Las áreas planas, con menos de 5% de pendiente, ubicadas hacia el Este de la reserva, han tenido una fuerte presión de transformación desde hace casi un siglo. Actualmente, están ocupadas en su mayoría por cultivos agrícolas extensivos. La superficie transformada ha ido en aumento desde el año 1975 hasta el 2008, superando en la actualidad las 85.000 ha dentro de la RBYungas (Tabla 2). A esto hay que sumarle una superficie equivalente de áreas cultivadas en las inmediaciones de la reserva que dependen del agua de los ríos de la RBYungas. Las tierras planas remanentes sin transformar, se encuentran ubicadas principalmente en el departamento de Orán y en muchos casos representan áreas con limitaciones edáficas, cercanas a cuerpos de agua o con condiciones especiales, que han motivado que hasta el presente no hayan sido transformadas. En el marco de los respectivos Planes de Ordenamiento Territorial de las Áreas Boscosas de las dos provincias involucradas (aprobado por decreto en Jujuy en 2008, y reglamentado por ley en Salta en 2009), prácticamente no hay determinadas áreas para la ampliación de la frontera agropecuaria dentro de la RBYungas.

**Tabla 2.** Superficie transformada en distintos años y tasa anual de transformación para la Reserva de la Biosfera de las Yungas en el periodo 1975-2008

<b>Año</b>	<b>Transformado (ha)</b>	<b>% de RBYungas</b>	<b>% tierras planas de RBYungas</b>	<b>Tasa anual transformación (ha)</b>
1975	53.597	4,0	34,2	
1986	62.725	4,7	39,4	830 (1975-1986)
1998	73.738	5,5	46,5	918 (1986-1998)
2004	77.164	5,7	49,2	571 (1998-2004)
2008	86.987	6,5	55,3	2.456 (2004-2008)

Las áreas de pedemonte asociadas a la RBYungas, concentran unos 250.000 habitantes. La proporción que vive dentro de la reserva es baja, pero todas las poblaciones tienen una procedencia rural, y necesitan del agua y de los recursos forestales y agrícolas que se producen en la reserva. Por otro lado, dentro de la RBYungas hay comunidades locales, principalmente comunidades aborígenes de las etnias Kolla y en menor medida Ocloya en las áreas montañosas, y de la etnia guaraní en el pedemonte, además de comunidades campesinas. Estas comunidades viven de la ganadería de trashumancia y de la agricultura de subsistencia con un uso muy limitado de agua para riego (Brown et al. 2007). En algunos casos utilizan el agua para la generación de energía a partir de usinas hidroeléctricas de pequeña envergadura (por ejemplo, las comunidades de Los Naranjos y Los Toldos en Salta, y San Francisco en Jujuy). Finalmente, hay importantes ingenios azucareros y empresas forestales que realizan sus actividades productivas dentro o estrechamente vinculadas a la reserva, dependiendo fuertemente de los recursos hídricos para riego y para la industria.

Las áreas protegidas que corresponden a las zonas núcleo de la reserva, ocupan el 12% de la misma. Estas áreas incluyen áreas de protección nacional y provincial, y preservan una muestra de las distintas unidades ambientales presentes en la RBYungas (Mapa 2). En términos generales, debido a su extensión, al difícil acceso y a estar rodeados por áreas naturales, el estado de conservación de estas áreas, es relativamente bueno.

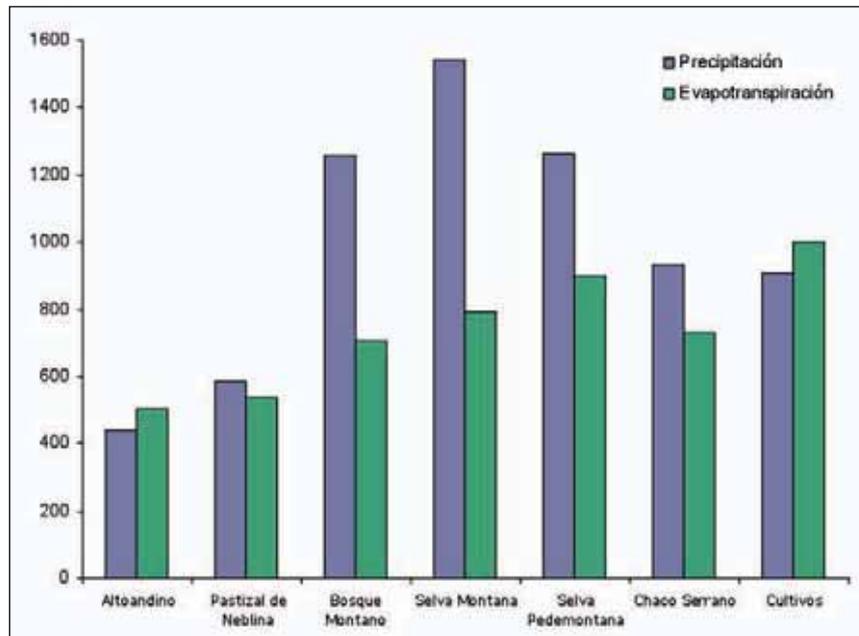
## El agua en la RBYungas

### Las precipitaciones

En el noroeste de Argentina, la intensidad de las precipitaciones está relacionada a la disposición espacial y a la altura de los cordones montañosos, siendo mayores en las laderas con orientación Este, a partir de los cordones montañosos que superan los 2.000 metros de altitud. Este patrón, afecta también la distribución y el caudal de los ríos.

La RBYungas tiene un marcado gradiente altitudinal que va desde los 450 a los 4.500 msnm. El límite Oeste está representado por las serranías de Santa Victoria y Zenta, que tiene una altitud promedio superior a los 4.000 msnm. Este gradiente ocasiona una distribución diferencial de las precipitaciones, con un efecto de sombra de lluvia en algunos sectores, como detrás de la Serranía de Calilegua. Las precipitaciones dentro de la reserva son abundantes y en la franja de máxima precipitación, superan los 2.000 mm anuales, con una marcada torrencialidad de sus ríos y arroyos.

De acuerdo a la distribución de la precipitación y de la evapotranspiración media anual por unidad de vegetación, se observa un balance positivo en los pisos montañosos de Yungas y negativo en las áreas planas del pedemonte donde se instalan los cultivos. El promedio en la Selva Pedemontana es positivo, debido a que se combinan áreas en laderas (más lluviosas) y áreas planas (más secas), de esta unidad ambiental (Fig. 1 y Mapa 3).



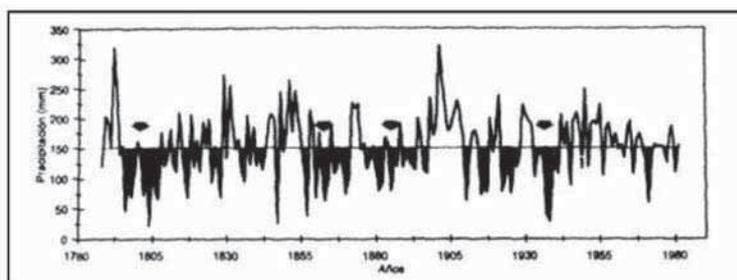
**Figura 1.** Precipitación y evapotranspiración media anual (mm) para las áreas naturales y áreas cultivadas de la Reserva de Biosfera de las Yungas.



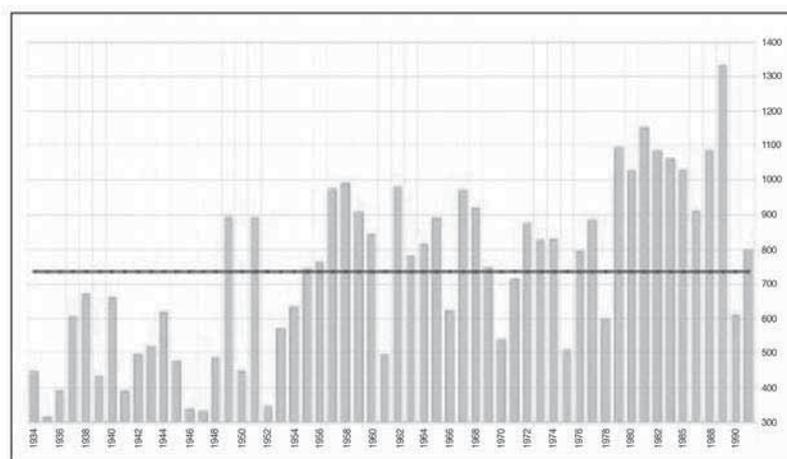
**Mapa 3.** Identificación de las áreas montañosas productoras de agua y de las áreas de cultivos con déficit hídrico dentro de la Reserva de Biosfera de las Yungas.

## Evolución histórica de las precipitaciones

Sobre la base de un análisis histórico (200 años) de anillos de crecimiento de árboles longevos como nogal (*Juglans australis*) y cedro (*Cedrela lilloi*), se determinó un aumento en los últimos 50 años de las precipitaciones medias anuales para el noroeste de Argentina (Villalba 1995). Este patrón de mayor humedad, se refleja principalmente en menor intensidad del período seco (Fig. 2). Analizando los datos climáticos de las estaciones ubicadas en la región de la Alta Cuenca del Río Bermejo para un periodo temporal más acotado, se observa el mismo patrón (Brown y Malizia 2004) (Fig. 3).



**Figura 2.** Fluctuación de las precipitaciones en los últimos 200 años en el noroeste de Argentina inferido a partir del grosor de los anillos de crecimiento de árboles. El período seco está marcado en negro y representa los valores por debajo de la media histórica (Villalba 1995).



**Figura 3.** Incremento de las precipitaciones en el periodo 1934-1990 en la Selva Pedemontana de la Alta Cuenca del Río Bermejo (Orán, Tartagal, Pichanal, Libertador Gral. San Martín). La línea horizontal muestra la precipitación anual media para el periodo considerado (Brown y Malizia 2004).

## Las cuencas hidrográficas

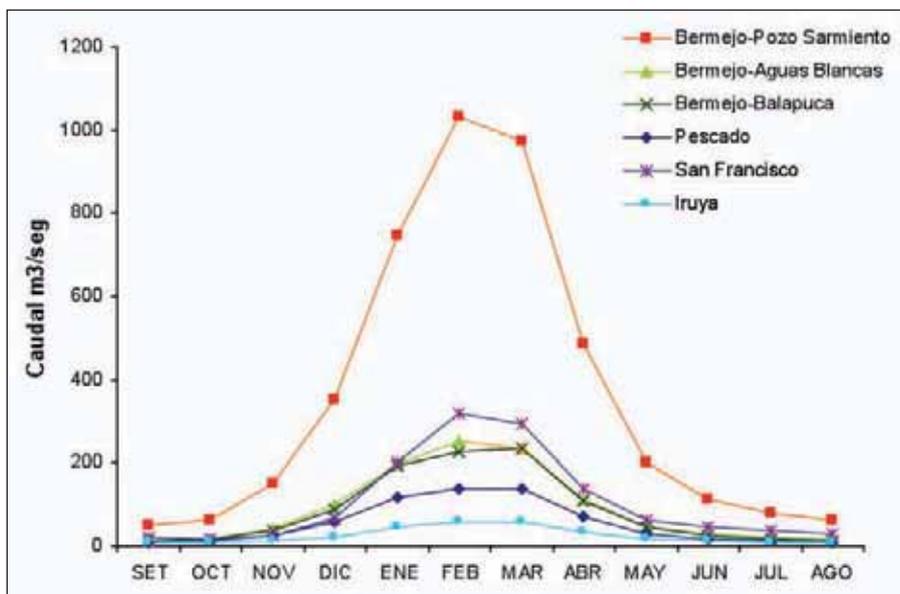
Como resultado directo de las importantes precipitaciones registradas en las cuencas dentro de la RBYungas (Tabla 3), existe una importante red hidrográfica que discurre en sentido predominante Oeste-Este y que conforman gran parte de la Alta Cuenca del Río Bermejo. La cuenca del Bermejo es parte de la Cuenca del Plata y contribuye

con un aporte moderado de caudal a la misma (alrededor del 2%), pero dado los altísimos niveles de sedimentos disueltos que presenta, contribuye con alrededor del 75% de los sedimentos de la Cuenca del Plata, gran parte de los cuales se depositan en el Delta del Paraná un par de miles de kilómetros aguas abajo.

**Tabla 3.** Precipitación media anual para cada una de las cuencas ubicadas dentro de la Reserva de Biosfera de las Yungas. Se presentan valores de superficie y precipitación para la superficie total de cuenca y para la porción incluida dentro de la reserva.

Cuencas	Sup. total (ha)	Precipitación (mm)	Sup. en la reserva (ha)	Precipitación (mm)
Río Colorado – Santa María	141.571	1.087	132.122	1.118
San Francisco	862.085	914	411.398	1.002
Grande	778.034	512	35.015	1.048
Blanco	215.353	1.022	197.731	1.040
Bermejo	297.432	1.014	193.623	1.512
Pescado – Iruya	510.412	986	379.498	1.174

Como resultado de la estacionalidad en las precipitaciones y de la torrencialidad marcada por el gradiente altitudinal, los caudales son extremadamente variables a lo largo del año y entre días. Existe una clara tendencia a presentar importantes caudales durante el período lluvioso (Diciembre – Abril) y un período de marcado estiaje entre mayo y noviembre, cuando los cursos menores pueden quedarse completamente sin agua (Fig. 4).



**Figura 4.** Caudal mensual de los ríos principales dentro de la Reserva de Biosfera de las Yungas.

## Uso de la tierra y riego en la RBYungas

Las áreas pedemontanas de la Alta Cuenca del Río Bermejo (incluidas en parte en la RBYungas) han estado habitadas intensamente por espacio de miles de años, y en ellas se han desarrollado culturas agro-alfareras muy importantes, como la Cultura San Francisco que ocupaba el valle del río homónimo. A partir de la llegada del ferrocarril al pedemonte de las Yungas (hacia 1900), comienza un proceso intenso de colonización y expansión de los cultivos, particularmente de caña de azúcar. El crecimiento del área cultivada con caña de azúcar fue vertiginoso, lo mismo que ocurrió recientemente con la introducción del cultivo de la soja a la región. Entre los distintos ingenios azucareros de la región sumaban unas 2.800 ha plantadas en el año 1895, 3.900 ha en 1910, 12.700 ha en 1920, 20.000 ha en 1930, 24.000 ha en 1940 (Reboratti 1998), hasta unas 50.000 ha en la década de 1980 (Fundación ProYungas 2007). En el año 2005, la superficie deforestada para caña de azúcar representaba unas 135.000 ha en la región, que constituían aproximadamente el 50% de lo deforestado para actividades agrícolas (310.000 ha) sólo en el valle del río San Francisco–Bermejo (Fundación ProYungas 2007). Estas últimas superficies corresponden, aproximadamente, un tercio al interior de la RBYungas, en tanto el resto se encuentra en las áreas de influencia directa aledañas fuera de la reserva.

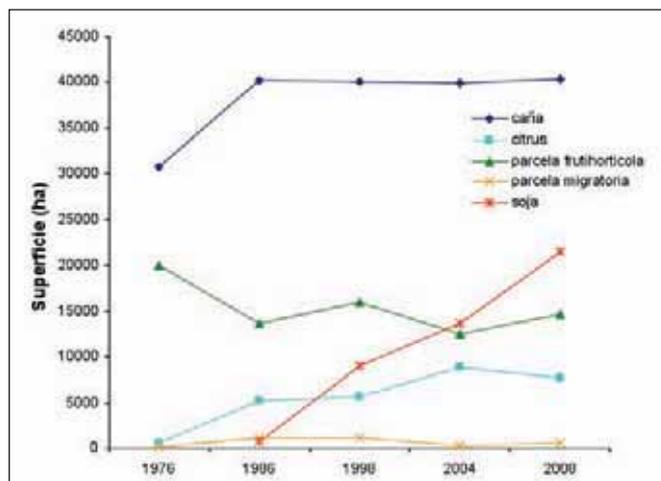
### Distribución y evolución de la superficie cultivada

Los principales cultivos dentro de la RBYungas son la caña de azúcar (40.419 ha), las parcelas frutihortícolas, que corresponden a un mosaico de hortalizas, parcelas agrícolas y frutales como bananos, mangos y paltas (14.712 ha), y las plantaciones de citrus (7.731 ha). Estos cultivos se desarrollan bajo un sistema de riego. A partir de la década del 80, comenzó el cultivo de oleaginosas (principalmente soja), que se realiza durante el verano en condiciones de secano (sin riego) (Mapa 4).



Mapa 4. Distribución de cultivos para el año 2008 dentro de la Reserva de la Biosfera de las Yungas.

La superficie cultivada con caña de azúcar se mantuvo estable en unas 40.000 ha dentro de la RB Yungas desde la década del 80 (Ingenios Tabacal, Salta y Ledesma, Jujuy). Por otro lado, la soja es un cultivo reciente que se cultiva en secano y cuya irrupción en la región comenzó en la década del 80, aumentando rápidamente hasta el año 2008 (al igual que en el resto de la Argentina) (Fig. 5).



**Figura 5.** Evolución de la superficie destinada a diferentes cultivos en la Reserva de Biosfera de las Yungas durante el periodo 1976-2004.

## Cultivos, ríos y riego

Las plantaciones de caña de azúcar se ubican distribuidas principalmente en las cercanías de los ríos con mayor disponibilidad de agua, particularmente aquellos que conservan un importante caudal durante el período de estiaje. De tal forma, el Ingenio San Martín del Tabacal se desarrolló a expensas de los ríos Blanco (cuenca de San Andrés y Santa María) e Iruya (cuenca de Iruya y Pescado). Por otro lado, el Ingenio Ledesma lo hizo con relación a los ríos San Lorenzo, Sora, Ledesma y San Francisco, utilizando gran parte del caudal de algunos de ellos durante el período libre de lluvias. Esta situación de uso resulta controversial, ya que el desvío del agua de algunos de los ríos puede afectar estacionalmente la diversidad natural acuática y de márgenes de los cauces.

Dos elementos que hoy están condicionando la expansión de los cultivos, son la disponibilidad de nuevas tierras y de agua para riego. En tal sentido, el camino posible pasa por la mayor eficiencia productiva basada en gran medida en una mayor eficiencia del uso del riego, cuya combinación adecuada entre desarrollo tecnológico de la caña y riego, es la responsable de gran parte del incremento de productividad registrado en la última década.

## Sistematización del riego: el caso del Ingenio Ledesma

La agricultura de la caña en Ledesma (al igual que en los restantes ingenios azucareros de la región), requiere de un cuidadoso esfuerzo de manejo del agua de riego

y de sus obras de captación y distribución. La necesidad de regar viene determinada por la cantidad y estacionalidad de las lluvias que reciben los cultivos, pues el riego constituye un complemento de ellas. Como en la zona las precipitaciones se concentran entre Diciembre y Abril, se riega esencialmente durante los meses secos. Sin embargo, debido a las altas temperaturas del verano, también puede regarse durante los meses lluviosos.

El agua de riego proviene, principalmente, de ríos y arroyos alimentados por las lluvias que, en la misma temporada estival, caen en las serranías y tierras altas situadas hacia el Norte y el Oeste de los campos de la empresa. Para regar los cultivos, Ledesma desvía el agua de los ríos mayores, mediante obras de toma, hacia una red de canales y acequias de riego, que en el presente, se extiende por 1.400 kilómetros para una superficie regada de aproximadamente 30.000 ha (1/3 dentro de la RBYungas). Se riega de cuatro maneras principales: el 86% de la superficie cultivada por la empresa se riega haciendo correr agua por surcos (técnicamente, riego por gravedad o en manto); para el restante 14% de los cañaverales se emplea el riego a presión. Una de las formas del riego a presión es el riego mecanizado, equivalente a causar una llovizna sobre las plantas con gigantescos aspersores dispuestos en equipos de avance frontal o de pivote central. Ledesma posee tres equipos de riego de avance frontal y catorce de pivote central. Con los equipos de avance frontal se riegan 780 hectáreas, con los de pivote central, 1.280 hectáreas. La segunda manera de regar a presión es el riego por aspersión, que consiste en tender sobre el terreno a regar, en el nivel del piso o sobreelevada, una parrilla transportable de cañerías dotadas de aspersores. De esta manera se riegan 1.800 hectáreas. La tercera manera de regar a presión es el riego por goteo, que consiste en aportar gota a gota el agua necesaria para el crecimiento de la planta. Con este sistema no se moja todo el suelo sino sólo la parte necesaria para que el agua llegue a las raíces; así se riegan 280 hectáreas (Ledesma 2008). De tal manera y considerando estos números, hay un espacio importante para mejorar la eficiencia del uso del riego, materia que será central en los próximos años.

Atendiendo la importante dependencia del agua como factor central en el crecimiento económico, es que la Empresa Ledesma donó en el año 1978, alrededor de 76.000 ha al Estado Nacional para la creación del Parque Nacional Calilegua, área donde se ubica casi totalmente la fuente de agua del Ingenio Ledesma, y que actualmente constituye una de las áreas núcleos de RBYungas. Esta donación que asegura la perpetuidad de la calidad del recurso agua, es posiblemente el primer (y quizás único) ejemplo de pago (en este caso donación), por servicios ambientales en la Argentina.

## **Conclusiones y desafíos: la RBYungas produciendo y cuidando el agua**

La RBYungas presta un servicio preservando uno de los espacios más biodiversos de Argentina, y además es una gran productora de agua que regula los caudales estivales y mantiene una oferta hídrica importante durante el período libre de precipitaciones, que supera los seis meses al año.

Más de 100.000 ha de cultivos ubicados dentro de la reserva y en su área de influencia directa, son regadas con el agua producida en la RBYungas.

Existen dos limitantes importantes para la ampliación de los cultivos bajo riego en la región: a) la disponibilidad de superficie para habilitar y b) la disponibilidad de agua, que es utilizada principalmente durante el período de estiaje. En ese contexto, el incremento de la productividad dependerá en gran medida de mejorar la tecnología asociada al riego, reemplazando paulatinamente el riego en manto (hoy preponderante) por sistemas de riego más eficientes y localizados.

El sistema de captación de agua de los principales ríos utilizados para riego, deberá conciliar las demandas ambientales con las productivas, estableciendo caudales ecológicos que aseguren el funcionamiento biológico básico de estos ríos. Representa un desafío importante para la región desarrollar las bases técnicas y políticas que permitan establecer e implementar estos caudales en un marco de razonabilidad ambiental y productiva. La mejora continua en el desempeño ambiental en que están inmersos los emprendimientos agrícolas en la región, como así también el mayor tenor ambiental de la legislación nacional y regional, dan un espacio de certeza razonable en cuanto a mejorar paulatinamente y en tiempos próximos esta temática.

El canon de riego que se paga en la región donde está ubicada la RBYungas es del orden de los \$3.000.000 anuales (alrededor de un millón de dólares estadounidenses), el cual es cobrado por las administraciones provinciales a los usuarios del agua para riego. Nada de este monto es utilizado para pagar o contribuir al servicio de generación de agua y al mantenimiento de la cuenca, destinándose en el mejor de los casos al mantenimiento de la infraestructura de captación.

Sería importante que un porcentaje de lo retribuido pueda estar disponible para acciones de preservación y mantenimiento de la calidad del agua producida por la RBYungas. Esto podría enmarcarse en una forma de pago por servicios ambientales, garantizando el funcionamiento de la RBYungas y la provisión de agua al largo plazo en cantidad y calidad.

## Bibliografía

Bianchi A.R., J.N. Volante, R. Neumann, Y. Noé y A.C. González. Mapa digital de Isohietas Anuales del NOA ([http://www.inta.gov.ar/region/noa/prorenea/info/resultados/Isohietas/isohietas\\_anuales.htm](http://www.inta.gov.ar/region/noa/prorenea/info/resultados/Isohietas/isohietas_anuales.htm))

Brown A.D., L.R. Malizia y T. Lomáscolo. 2007. Reserva de la Biosfera de las Yungas: armando el rompecabezas entre todos. pp. 19-32. En P. Araya Rosas y M. Clusener-Godt (Eds.). Reservas de la Biosfera: un espacio para la integración de conservación y desarrollo. Secretaría Programa Hombre y Biosfera.

Brown A.D y L.R. Malizia. 2004. Las Selvas Pedemontanas de las Yungas. En el umbral de la extinción. Ciencia Hoy. Vol. 14, N 83. pp 52.63.

Plan de Ordenamiento Territorial Adaptativo para las Áreas Boscosas de la Provincia de Jujuy. 2008. Gobierno de la Provincia de Jujuy, Ministerio de Producción y Medio Ambiente.

Plan de Ordenamiento Territorial de las Áreas Boscosas de la Provincia de Salta.

2009. Gobierno de la Provincia de Salta.

Reboratti C. 1998. El Alto Bermejo: realidades y conflictos. 216 pp. Buenos Aires.

Fundación ProYungas. 2007. Informe Técnico Proyecto Alto Bermejo. Cambio de uso de la Tierra en los sectores norte y centro de las Yungas en Argentina.

Ledesma. Una empresa argentina centenaria. 1908 – 2008. 2008. Buenos Aires. Fundación CEPPA – Ledesma SAAI.

Rosa H., S. Kandel y L. Dimas. 2004. Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales: lecciones de las Américas y temas críticos para fortalecer estrategias comunitarias. Instituto Nacional de Ecología, México.

Sistema Nacional de Información Hídrica. Secretaría de Recursos Hídricos. Argentina. (<http://www.hidricosargentina.gov.ar/EstAforo.html>)

Villalba R. 1995. Estudios dendrocronológicos en la Selva Subtropical de Montaña: Implicancias para su conservación y Desarrollo. En: Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña. Brown A.D. y H.R. Grau (Eds.). LIEY/GTZ. Pp. 59.68.

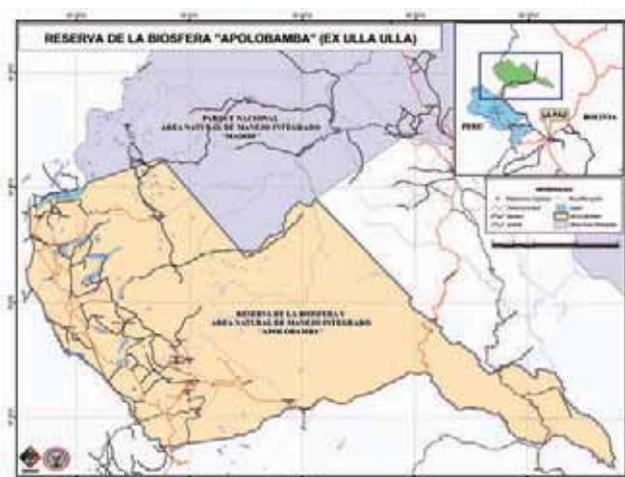
Villalobos P. 2006. <http://www.fernandoflores.cl/node/1588>. Acceso 10/09/09.

# Eco Piscicultura de altura en la Reserva de la Biosfera Apolobamba (Ulla Ulla), Estado Plurinacional de Bolivia

CARLOS EDUARDO DE UGARTE OCHOA

## Antecedentes

Muy cerca de la majestuosa Cordillera de los Andes, en la región de la milenaria cultura Kallawayaya y bastante lejos de cualquier costa marítima, se está buscando recobrar conocimientos antiguos de una mejor convivencia con la naturaleza acuática existente en las aguas dulces de la región andina de Bolivia.



Este espacio mítico es conocido desde el año 2000 como Reserva de la Biosfera Apolobamba, aunque en los registros de UNESCO sigue manteniendo el nombre de Ulla Ulla, porque en su ampliación territorial se incluyó a gran parte de la Cordillera Apolobamba, en la parte norte de la Cordillera Real de Los Andes que corresponde a Bolivia. Esta Reserva se encuentra entre cuatro grandes regiones fisiográficas: la Zona Andina, la Zona Sub Andina, el Pie de Monte Andino y la Llanura Aluvial Lacustre. Dentro de estas grandes unidades fisiográficas se pueden identificar unidades menores, considerando parámetros tales como la altura, el drenaje y el grado de disección. En general, el área ocupa la región cordillerana de Apolobamba, extendiéndose hasta la región húmeda de ceja de monte y yungas de Carijana.

La Reserva de la Biosfera Apolobamba se caracteriza por la presencia de un número importante y diverso de sistemas acuáticos que se encuentran separados en dos por la Cordillera de los Andes (la zona altoandina y la vertiente amazónica), cuya importancia es muy relevante para la conectividad de ambos sistemas acuáticos.

El sistema fluvial de la zona altoandina pertenece a la cuenca del Lago Titicaca y principalmente a la subcuenca del río Suches, compartida con la República del Perú.

[cdeugarte@sernap.gob.bo](mailto:cdeugarte@sernap.gob.bo)

Responsable de Sistemas de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial del Servicio Nacional de Áreas Protegidas

Esta cuenca presenta pendientes moderadas, con desarrollo de hidrófitas en lugares de remanso. La ictiofauna incluye al carache (*Orestias* sp) y al suche o maure (*Trichomycterus* sp), entre los más representativos.

A comparación de las cuencas de la zona de la vertiente amazónica, la subcuenca del río Suches no presenta una gran diversidad de especies, sin embargo las especies nativas fueron bien manejadas por los habitantes de la región de Apolobamba por muchas generaciones, constituyéndose en un recurso importante.

Por otro lado, es importante mencionar que dentro la Reserva de la Biosfera Apolobamba se encuentra el centro poblado más representativo de la cultura Kallawayá (Curva), conocido internacionalmente por el manejo milenario de la biodiversidad y principalmente con fines curativos, además de su riqueza en cuanto a las expresiones culturales propias de la región. Es así que el 7 de noviembre de 2003, la UNESCO declaró a toda esta región como Obra Maestra del Patrimonio Oral e Intangible de la Humanidad, a la “Cosmovisión Andina de la Cultura Kallawayá”.

## Problemática en los ecosistemas acuáticos

Desde la década de los años 50 del siglo XX, el gobierno nacional de Bolivia fue impulsando diversas iniciativas particulares piscícolas en varios lagos y lagunas de la región, a través de la introducción de la “trucha” (*Oncorhynchus mykiss*), especie que junto a sus parásitos asociados ha provocado a lo largo del tiempo lamentables impactos en las poblaciones acuáticas nativas, incluso a poblaciones de anfibios, demostrando un alto grado de contaminación biológica, aspecto que ha sido subvalorado en el momento de la implementación de los mencionados programas de desarrollo piscícola en la zona.

Estos programas de desarrollo piscícola fueron ejecutados por instancias nacionales como prefecturales, mismas que fueron subvalorando la importancia en el equilibrio del sistema acuático a través de la presencia de las especies nativas e impulsaron con mucha fuerza la introducción de la trucha; sin embargo, la Reserva de la Biosfera Apolobamba se constituyó en uno de los pocos lugares donde hasta hace unos años atrás se mantuvo importantes poblaciones de las especies nativas en la gran cuenca del Lago Titicaca.

Por varios problemas en el mantenimiento de dichos programas, la introducción de la trucha fue perdiendo rumbo, lo que provocó un descontrol considerable en los cuerpos de agua existentes en la Reserva y obviamente ocasionando un serio problema en las poblaciones de especies nativas, lo que requirió de medidas urgentes para la recuperación y resguardo de los cuerpos de agua que aún se mantenían sin contaminación biológica.

La mala aplicación de estos proyectos provocó que los mismos contengan un incorrecto enfoque y concepto de lo que es la piscicultura y, por ende, una desorientación en relación a la conservación de los recursos acuáticos, sobre todo de la vertiente altoandina de la Reserva.

Esta desorientación no solo afectó a las comunidades presentes en la zona, pues provocó que el Cuerpo de Protección de la Reserva no tenga la capacidad de identificar los riesgos asociados a la introducción de peces exóticos. Por el contrario, en

algunas iniciativas se contó con la participación de algunos de los guardaparques.

## Reorientación de la gestión de la reserva de la biosfera en el manejo sostenible de los recursos piscícolas

Pese a que la introducción de especies acuáticas exóticas provocó grandes impactos en los ecosistemas altoandinos de la Reserva, también fue generando algunas capacidades e información al respecto. Es así que su personal empezó a buscar soluciones para la implementación de programas de monitoreo y de recopilación de información.

Con el tiempo, el mismo Cuerpo de Protección, en coordinación constante con los habitantes de las comunidades originarias, el asesoramiento de algunas instancias técnico – científicas y el apoyo modesto de algunos programas externos de cooperación (Programa Araucaria de la Cooperación Española, entre los principales), fueron recopilando información importante, como por ejemplo que las más de 50 lagunas existentes en la vertiente altoandina de la Reserva en su mayoría tenían presencia de *Oncorhynchus mykiss*, la misma que se dio mediante procesos de migración de la especie desde el Lago Titicaca a través del río Suches, y que la capacidad de carga promedio de las mismas sobrepasaba los más de cien mil alevinos por cosecha.

Este alto potencial económico del rubro productivo se veía con muy buenos ojos, sin embargo, también se detectó la necesidad de estabilizar el equilibrio natural en los cuerpos de agua, pues este potencial podría disminuir vertiginosamente si no se tomaban las medidas precautorias requeridas.

La producción comercial de la trucha se inició el año 1999, con la implementación del Programa Eco Piscicultura del Proyecto Integral Apolobamba, con el financiamiento del programa “Araucaria” de la Cooperación Española, con el propósito de promover la producción sostenible de peces, a través de la interacción entre los aspectos social, ecológico y económico, todo ello basado en la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera Apolobamba.

De esa manera, a través de un proceso inicial de diagnóstico e inventario participativo basado en la elaboración de mapas parlantes de la región altoandina de la Reserva, se identificaron lagunas vacías, con presencia de trucha y con existencia de peces nativos.

---

<sup>1</sup>En el decenio de 1940 se introdujeron en el Lago Titicaca la trucha marrón, la trucha lacustre y la trucha arco iris a fin de mejorar la pesca comercial, a partir de la puesta en funcionamiento de la Eclojería Chucuito en Puno, Perú el año 1943. Entre 1977 y 1984, se iniciaron unos 14 proyectos distintos de cultivo en jaulas en la zona peruana del Lago Titicaca y otros dos en la boliviana. Se inició, asimismo, un proyecto conjunto entre Bolivia y Perú con el cultivo de la trucha arco iris en tres tipos diferentes de jaulas de red: 52 jaulas de 3 m de longitud, 1,50 m de anchura y 1,50 m de profundidad; 4 jaulas octogonales de una superficie de 120 m<sup>2</sup> y una profundidad de 4,50 m; y 4 jaulas flexibles de 27 m de longitud, 10 m de anchura y 5 m de profundidad. Al parecer, varias de estas jaulas sufrieron daños que podrían haber provocado la diseminación de la trucha arco iris en el lago y sus afluentes. En la misma época, esta especie fue introducida en el sector de las lagunas de Apolobamba. (<http://www.fao.org/docrep/008/t4675s/T4675S04.htm>. SERNAP – Ministerio de Medio Ambiente y Agua - CASTAÑÓN V. – CUILA A. 2009. Informe Técnico – Conservación y Producción de peces en el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (ANMIN-A). La Paz, Bolivia. Pág. 25.)

Con este diagnóstico se diseñó una organización territorial de los cuerpos de agua que definió que algunas de estas lagunas mantengan las especies nativas de peces, constituyéndose de este modo en lugares de conservación de la biodiversidad íctica.

Otras lagunas, algunas identificadas como vacías o con presencia de especies exóticas se definieron como unidades productivas de la trucha, bajo control y seguimiento constante.



Autor: Ernesto Rodrigo

Foto 2. Miembros de la Asociación Eco Piscícola Cañuhuma vistiendo trajes típicos

Las primeras siembras se efectuaron en las lagunas de Cololo y Cañuhuma. Luego, en la gestión 2000, se establecieron tres ecloserías en el Área, ubicando las mismas para el sector Curva en la localidad de Caalaya, para el sector de Charazani en Moyapampa y para el sector Pelechuco, en la localidad de Cololo.

Hasta el año 2006 se contaban con 26 lagunas en producción en las tres secciones municipales mencionadas. Una de las últimas ecloserías implementadas, esta vez de forma rústica, fue implementada en la comunidad de Cañuhuma.

El programa Eco Piscicultura, con pocos recursos económicos, pudo lograr significativos avances puesto que se logró una participación activa de las comunidades originarias que antes veían como parte de las alternativas de solución a su pobreza la migración a las ciudades.

Se trabajó bastante en el fortalecimiento organizacional y de generación de capacidades de las asociaciones de producción piscícola, que en muchos casos ya existían en la zona. Se elaboraron cartillas para capacitación de los comunarios, además de un manual técnico sobre piscicultura.

A continuación se presenta un resumen de las actividades realizadas en aproximadamente cinco años del programa Eco piscicultura:

- Cursos, talleres y reuniones en más de cuarenta comunidades de la Reserva de la Biosfera Apolobamba, enfocados en temas de manejo y conservación de especies nativas e introducidas referentes a piscicultura.

- Producción de alevinos en las eclosterías de mayor potencialidad en aproximadamente 50.000 alevinos de forma anual.

- Siembra de especies nativas en varios cuerpos de agua de la Reserva de la Biosfera Apolobamba (nueve lagunas), a través de la adquisición de dichas especies de algunos sectores del lago Titicaca (Isla Surique).

- Mantenimiento periódico de la infraestructura de piscicultura (cuatro eclosterías) por parte de los comunarios y con el apoyo del personal de la Reserva.

- Cosecha de *Oncorhynchus mykiss* por parte de las diferentes asociaciones y comunidades productoras de la Reserva.

- Difusión de las actividades realizadas a nivel interno y externo de la Reserva, mediante la aplicación del manual técnico elaborado.



Autor: Ernesto Rodrigo

Foto 3. Parte de las eclosterías instaladas en Moyapampa

A partir del año 2008 se inició también un trabajo participativo de análisis de la introducción de especies exóticas, orientado a evitar errores que se produjeron al momento de introducir la trucha.

Es así que, bajo el objetivo de diversificación de la producción agropecuaria y producción de proteína de alta calidad para la alimentación de la población de la Reserva, se diseñó un sub programa de producción de Carpa Espejo (*Ciprinus carpio specularis*) en el sector subtropical de la Reserva, para lo cual se elaboró un manual técnico para la construcción de estanques artesanales. Este proyecto está actualmente en ejecución y el personal encargado es el cuerpo de guardaparques.

Los estanques están diseñados para evitar la contaminación biológica de los cuerpos de agua naturales y ríos existentes en la zona, lo que demuestra la efectividad de las lecciones aprendidas de los anteriores procesos de introducción de especies exóticas.

## Resultados logrados

Hasta ahora se ha avanzado de manera significativa, pese a que aún la actividad de Eco Piscicultura no está generando beneficios económicos notables para las asociaciones ecopiscícolas conformadas en los tres municipios de la Reserva (Pelechuco, Curva y Charazani) ni para los comunarios que la componen. De hecho, ya ha llegado a constituir una buena alternativa, por demás efectiva para combatir la baja nutrición de los habitantes de la Reserva de la Biosfera Apolobamba por su alto valor alimenticio.

Con las actividades realizadas y el entusiasmo de los comunarios que componen las asociaciones de productores – tanto comunales como municipales – se ha logrado captar la atención de las autoridades de los municipios que tienen correlación territorial con la Reserva de la Biosfera Apolobamba, especialmente los municipios de Curva y Charazani, que ya han estado colaborando técnica y financieramente a algunas de las actividades realizadas. Poco a poco la Prefectura del Departamento de La Paz se ha ido interesando en conocer mayores detalles del proyecto.

El proyecto Eco Piscicultura de la Reserva ha logrado generar capacidades sobre la temática tanto en comunidades como en el personal de protección, mismos que automáticamente están requiriendo mayor conocimiento sobre el tema. Estas acciones están dando sus frutos en el tiempo, puesto que el responsable actual del Programa, Augusto Cuila, ha sido convocado a participar en varias exposiciones de la región como jurado experto en piscicultura, lo que demuestra los avances que se han estado logrando en el marco del proyecto.

El trabajo constante de los guardaparques que componen el Cuerpo de Protección de la Reserva, pese a las deficiencias en equipamiento y en presupuesto, está logrando disminuir el grado de impacto negativo que se ha dado por la introducción descontrolada de especies exóticas en los ecosistemas acuáticos de la Reserva.

Las capacidades técnicas acumuladas en las asociaciones productoras, son notorias también en la existencia de material e instrumentos que se ha logrado conseguir, puesto que las asociaciones municipales cuentan con una sede propia, mobiliario, materiales y equipos de pesca, gran parte de los cuales provienen de donaciones, pero que muestran el entusiasmo y el crecimiento de la actividad en los últimos años.

La producción anual de alevinos programada en las eclosterías ha llegado a cumplirse, pero aún no ha llegado a estabilizarse. Sin embargo, es posible pensar que en un corto a mediano plazo se pueda elevar la cantidad de producción de trucha arco iris en la Reserva.

Por otro lado, el trabajo de concientización realizado en los primeros años está dando frutos, ya que son las mismas asociaciones eco piscícolas las que han manifestado la necesidad de elaborar estrategias y acciones para la conservación de peces nativos dentro la Reserva.

También se han estado desarrollando actividades de educación ambiental orientadas a mejorar la alimentación de la población existente dentro la Reserva y en las zonas de influencia; para esto, el equipo técnico del proyecto Eco Piscicultura de la Reserva de la Biosfera Apolobamba, con la colaboración como fuente de información del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA), elaboró material de difusión que muestra el valor nutricional que tiene la carne de pescado, especialmente de especies nativas, tanto de la vertiente altoandina como de la amazónica, valor que no es conocido por la mayoría de la población, no sólo de la Reserva sino de la población boliviana en general.

TIPO DE CARNE	Proteínas (g)	Grasas (g)	Carbohidratos (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)
Boga	18.44	6.02	4.9	591	185	1.6
Carachi	19.46	5.26	3.47	75	150	1.9
Ispi	21.52	11.58	0.46	960	291	2.3
Mauri	19.02	9.42	1.22	61	121	2
Misquincho	16.87	10.22	2.31	652	134	3.9
Pejerrey	18.02	6.55	2.63	481	271	1.4
Sábalo	22.40	8.09	5.25	56	168	6.2
Trucha	17.23	9.01	0.23	18	175	5.6
Carne de res	20	10.01	6	0	0	2.1

Fuente: INLASA 2006.

Con todas estas acciones que se enmarcan en la aplicación del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Apolobamba, se están brindando alternativas productivas sostenibles a las distintas comunidades que habitan la zona y paralelamente se continúa con la conservación del patrimonio natural y cultural existente dentro la Reserva.

## Proyecciones

Actualmente, el apoyo financiero ha culminado, pero tal como se menciona en el acápite anterior se ha logrado llamar la atención de las autoridades municipales, prefecturales y cooperación externa, lo que avizora un importante apoyo a partir de esas instancias para el financiamiento de las actividades que se requieren seguir realizando, así como para la búsqueda de otros apoyos externos.

Aún queda mucho por hacer en la disminución del impacto negativo provocado por la introducción de especies exóticas, para lo cual se requiere de asesoramiento profesional en la materia y consolidar un sistema de monitoreo óptimo para la región y la actividad.

También queda mucho por hacer para ir generando mayores capacidades para el aprovechamiento sostenible del recurso en las asociaciones eco piscícolas, además de seguir con procesos de fortalecimiento organizacional de las mismas.

Para coadyuvar en esta meta, la Dirección de la Reserva ha programado la realización y posterior ejecución de un proyecto denominado “Manejo y Conservación de Especies Nativas de Peces en la Reserva de la Biosfera y Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba”, para el cual se está buscando financiamiento.

También se están programando acciones que intentan valorizar todo el trabajo realizado en torno a la Eco Piscicultura a través de la actividad turística, es por eso que el personal a cargo del Programa Eco Piscicultura está preparando un proyecto turístico en las lagunas eco piscícolas de altura en la Reserva de la Biosfera Apolobamba, que permita mostrar de una forma innovadora todo el trabajo que se ha logrado hasta el momento. Una vez culminado dicho proyecto, se iniciará la búsqueda de financiamiento para la ejecución del mismo.

Algo que requiere una mayor atención, por la peligrosidad que tiene, no solamente para el éxito del programa de Eco piscicultura, sino para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y no acuáticos, es la problemática de la contaminación por actividades mineras, que están presentes dentro la Reserva ya por muchos años, pero con prácticas contaminantes realmente preocupantes a través del uso de químicos como el mercurio para la extracción de minerales preciosos.

Otro de los retos grandes que debe encararse es la búsqueda y consolidación de mercados para el producto obtenido de la actividad eco piscícola de la Reserva de la Biosfera, pues aunque ya se tiene consolidado el consumo de carne de pescado dentro los límites de la Reserva, aún no se ha generado gran demanda por el producto en mercados más grandes, para lo que se requiere de todo un proceso de difusión que debe iniciarse con un análisis de mercado.

La consolidación de mercados pasa también por analizar la factibilidad de incremento de la producción actual, ya sea a través de la implementación de más ecloserías o de la construcción de estanques, lo que requeriría mayores capacidades en cuanto

---

El Plan de manejo de la Reserva de la Biosfera fue elaborado el año 2000, complementado y actualizado el 2006 por primera vez y el 2009 últimamente. En dicho documento se ha establecido dentro el Programa de apoyo al desarrollo económico productivo, un sub – programa de promoción al desarrollo agropecuario sostenible, donde el componente de piscicultura es esencial

a equipamiento y conocimientos, habilidades y experiencia en el manejo del recurso.

Por último, el logro mayor del Programa Eco Piscicultura de la Reserva de la Biosfera Apolobamba es el rescate de una actividad socio – económica importante que se dio en la región hace siglos atrás, que es el manejo sostenible de los recursos hidrobiológicos, ahora con el enfoque de revalorización del mismo a través de la conservación de especies nativas que estaban a punto de desaparecer.

Aún no se ha conseguido tener información sobre el grado de recuperación de la población de estas especies, pero la impresión de los pobladores de la Reserva nos demuestra que está en plena recuperación y la gente está volviendo a aprender a convivir con ellos como se hacía en el tiempo de sus abuelos.

## Bibliografía

CASTAÑON V. GUISBERT G. GUTIERREZ R. LAURA J. 2001. Ecopiscicultura, una Nueva Alternativa para el cultivo de la Carpa y Tilapia en los Yungas. MANB-BIDECA. La Paz – Caranavi, Bolivia. 1ra edición.

SERNAP – Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente, VBRFMA. Mayo 2006. Plan de Manejo del Área Natural de Manejo Integrado Nacional y Reserva de la Biosfera Apolobamba. La Paz, Bolivia.

Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP). 2005. Revisión Periódica para la Reserva de la Biosfera y Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (Ex Ulla Ulla). La Paz, Bolivia.

Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) – Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) – CASTAÑON V. – CUILA A. – CALLANCHO B. 2009. Manual Técnico – Producción de la Carpa Espejo (*Ciprinus carpio specularis*) en estanques artesanales en el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (ANMIN-A). La Paz, Bolivia.

Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) – Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) - CASTAÑON V. – CUILA A. 2009. Informe Técnico – Conservación y Producción de peces en el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (ANMIN-A). La Paz, Bolivia.

DEJOUX C. – ILLTIS A. 1991. Lago Titicaca: Síntesis de conocimiento limnológico actual de las lagunas. Ed. Hisbol. La Paz, Bolivia.

VILWOCK W. 1983. “El Género *Orestias* y su evolución en el altiplano del Perú y Bolivia” (Informe final IX CLAZ). Perú.

ARRIGNON Jakes. 1984. Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces. Ed. Mundi Prens. 2da Edición.

TOBON B. – CASTAÑON V. 2000. Guía para la Educación Ambiental orientada a la Eco piscicultura. Bolivia.

CÉSPEDES P. ROLANDO. Abril 2009. Informe final de gestión como Director de la Reserva de la Biosfera y Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba. (No Publicado). La Paz, Bolivia.

BRENNER, T. 1994. Las pesquerías de aguas continentales frías en América Latina. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. <http://www.fao.org/docrep/008/t4675s/T4675S04.htm>

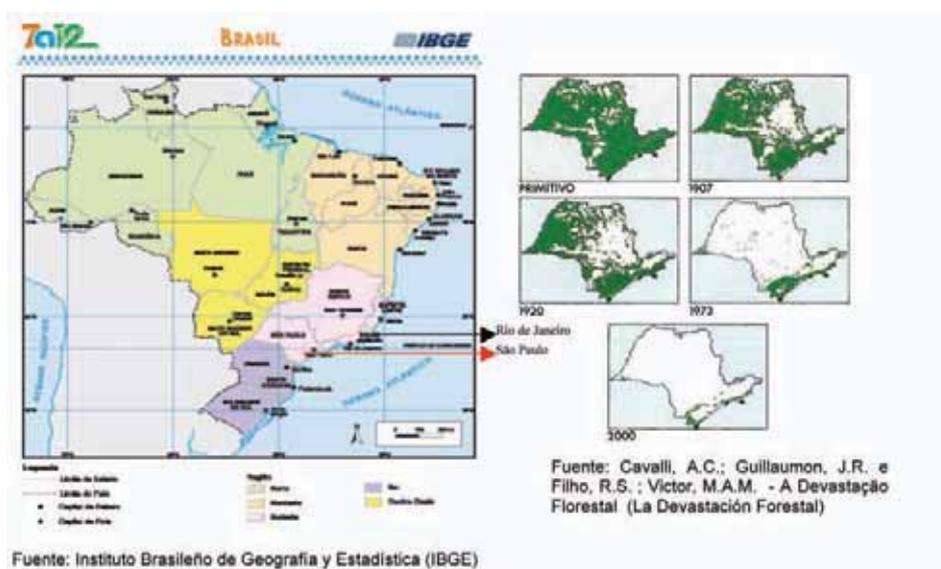
# Evaluación Ecosistémica del Cinturón Verde de São Paulo, Brasil: una propuesta de gestión territorial en una reserva de la biosfera en ambientes urbanos

PIRES, B.C.C.; RODRIGUES, E.A.; VICTOR, R.A.B.M.; ANDRADE, M.R.M.; ARRAES, N.; CANIL, K.; CARVALHO, Y.C.; DALE, P.; GADDA, T.; HONDA, F.A.; KANASHIRO, M.M.; MARTINS, A. P. G.; NAKAOKA SAKITA, M.; OLIVEIRA, A.M.S.; RACHID, A.; SALAY, E.; SALDIVA, P.H.; SOUSA, V. C.; VIEIRA, F.R.M.

## Introducción

La pérdida de biodiversidad en el planeta, que se está verificando en los últimos 50 años, ha sido crucial para el deterioro del bienestar humano. Se trata de una constatación que se ve acentuada en ambientes urbanos en los cuales los ecosistemas se están suprimiendo, para dar lugar a la construcción de infraestructura humana y de instalaciones diversas

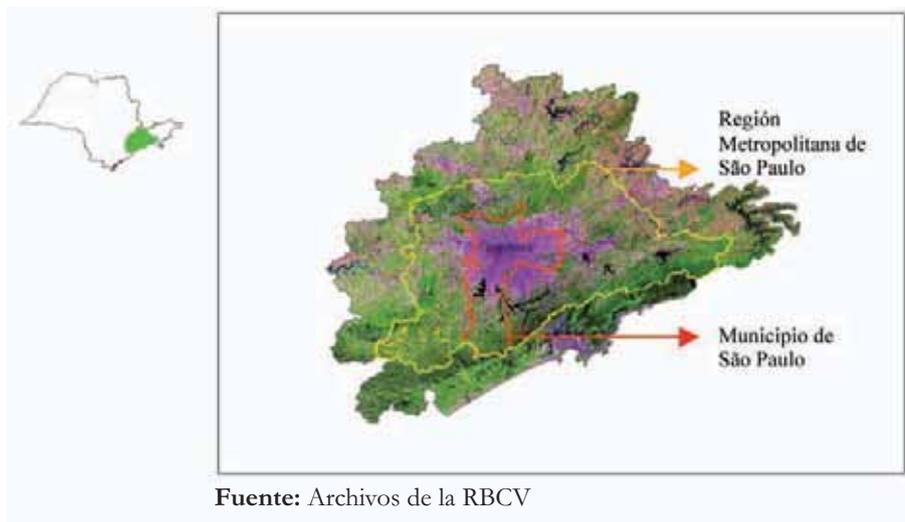
En el Estado de São Paulo (SP), esa dramática pérdida, que se remonta al siglo XVI, puede observarse en la figura que se presenta a continuación:



**Figura 1:** Supresión de la vegetación en el Estado de São Paulo (SP)

La Región Metropolitana de São Paulo, la 5ª más poblada del planeta, forma parte de ese contexto: está compuesta por 39 municipios (incluyendo a la ciudad de São Paulo), con aproximadamente 20 millones de habitantes distribuidos en 8.051 km.2, 10 grandes carreteras, 2 aeropuertos de importancia nacional y la mayor área industrializada del Estado de São Paulo y del propio país (Secretaría de Economía y Planificación del Estado de São Paulo, 2009). Al mismo tiempo, se constata en sus

límites y en sus respectivos entornos la existencia de importantes remanentes de ecosistemas vitales para la población de la región. Esa constatación motivó el surgimiento de un movimiento público, a comienzos de la década de 1990, que logró la creación de la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo (RBCV), el 9 de junio de 1994.



**Figura 2:** Límites de la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo (RBCV), Región Metropolitana de São Paulo y ciudad de São Paulo.

Aún cuando resulta esencial para el mantenimiento de las condiciones de vida de la población que habita la región, la importancia de la RBCV todavía no es suficientemente comprendida, lo que reforzó la decisión de implementar una evaluación ambiental integrada, de acuerdo con la metodología de la Evaluación Ecosistémica del Milenio. Se trata de la denominada Evaluación Subglobal del Cinturón Verde. El objetivo principal de esta evaluación, en proceso de estructuración, es el de disponer de informaciones respecto del impacto de la acción humana sobre los ecosistemas del Cinturón Verde y sus consecuencias sobre el bienestar humano. Se espera que estas informaciones puedan orientar a los diversos tomadores de decisiones, pertenezcan ellos al poder público, a la iniciativa privada o a la sociedad civil organizada.

El presente artículo tiene como objetivo presentar la importancia de la Evaluación Subglobal en el contexto de la RBCV, su historia (reiniciada en 2009 y con término previsto para 2012), su estructuración y la descripción del estado actual de algunos servicios ambientales fundamentales para la región, que en la actualidad están siendo analizados por un grupo de 40 especialistas de universidades e institutos.

## Las reservas de la biosfera brasileña y la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la ciudad de São Paulo (RBCV)

Actualmente existen 7 reservas de la biosfera en Brasil, creadas en biomas de extrema importancia: Mata Atlântica (RBMA, declarada reserva en 1991), Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo (RBCV, parte integrante de la RBMA, declarada reserva en 1994), Cerrado (vegetación típica del Centro brasileño) (RBC, declarada reserva en 1994), Pantanal (RBP, declarada reserva en 2000), Caatinga (vegetación agreste típica del Noreste brasileño) (RBCA, declarada reserva en 2001), Amazônia Central (RBAC, declarada reserva en 2001) y Serra do Espinhaço (Sierra del Espinazo) (RBSE, declarada reserva en 2005). El objetivo de la creación de esas reservas en cada bioma forma parte de una estrategia de apoyo a la conservación de los mismos (RBMA, 2009). La distribución de las reservas de la biosfera brasileña puede visualizarse en la figura que se expone a continuación:



Figura 3: Reservas de la Biosfera Brasileñas

La RBCV fue declarada el 9 de junio de 1994, gracias a un movimiento popular contra la Carretera Perimetral Urbana, que obtuvo aproximadamente 150 mil firmas, posteriormente encaminadas a la UNESCO, como una expresión de apoyo a la creación de la referida reserva (Serrano et al, 2000). En su trazado inicial (Etapa I), la RBCV abarcaba 73 municipios, totalizando 1.540.032 hectáreas (RBCV, 2003). No obstante, después de una revisión de la división en zonas (Etapa II), se añadió otros 5 municipios, pasando a cubrir 2.111.432 ha (The Mata Atlântica Biosphere Reserve, 2008).

Nº de municipios	78 (setenta y ocho)
Regiones administrativas	Región Metropolitana de São Paulo y Región Metropolitana de la Bajada Santista, íntegramente, y parcialmente las regiones de Sorocaba, São José dos Campos, Registro y Campinas
Área total de vegetación	614.288 ha.
Tipos principales de vegetación	Floresta Atlântica Ombrófila Densa y Semidecídua, Contacto Sabana -Floresta Ombrófila Densa, Mata Espesa, Campos Naturales, Florestas de Altitud, Restingas, Manglares
Sistemas de abastecimiento de agua	Ocho sistemas de abastecimiento en la Región Metropolitana de São Paulo; todos los sistemas de abastecimiento de la Región Metropolitana de la Bajada Santista, además de otros que suministran agua a los habitantes de las demás regiones.
PIB de la región con relación al del país	Aproximadamente el 20% del PIB del país

La tabla que se reproduce anteriormente suministra informaciones que corroboran la importancia del cinturón verde: la extensa área de cobertura vegetal y su diversidad, los puntos de abastecimiento de agua para una población de 23 millones de personas y para una economía que concentra el 20% del PIB nacional, en una región cuya superficie se restringe a 1/1000 del territorio brasileño.

La propuesta de una reserva de la biosfera con el formato de un cinturón, está alineada con los tipos de reservas de la biosfera de dimensión urbana definidos por el grupo urbano del Programa MaB–UNESCO (Rodrigues et al, 2006), que fueron clasificadas en 4 categorías:

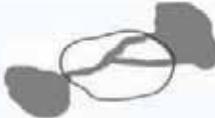
	
<p><b>Categoría 1. Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde Urbano.</b> La ciudad está envuelta por la reserva de la biosfera, que ayuda a proteger las áreas verdes del proceso de urbanización y expansión urbana.</p>	<p><b>Categoría 2. Reserva de la Biosfera del Corredor Verde Urbano.</b> Corredores verdes dentro de la ciudad permiten la interconexión con áreas verdes externas a la ciudad, las cuales, en caso contrario, correrían el riesgo de quedar aisladas.</p>
	
<p><b>Categoría 3. Reserva de la Biosfera Multinuclear Verde Urbana.</b> Parques y otros ambientes dentro o fuera de la ciudad se combinan en un agrupamiento.</p>	<p><b>Categoría 4. Reserva de la Biosfera de Región Urbana.</b> Una región entera, incluyendo centro y periferia, se insertan dentro de la reserva de la biosfera.</p>

Figura 4: Categorías de Reservas de la Biosfera Urbana

En el mapa de división en zonas de la RBCV, se nota el delineamiento del cinturón verde y de las áreas urbanas.

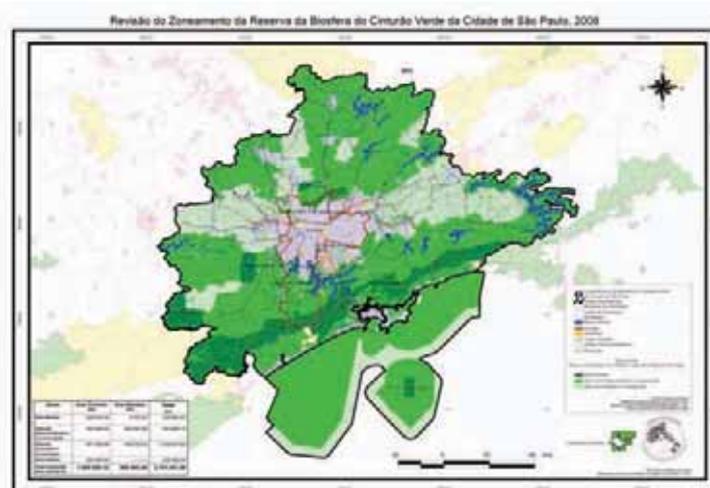


Figura 5: División en zonas de la RBCV

En la figura 5, se observa la mancha urbana (en color violeta) envuelta por una cobertura vegetal en diferentes etapas de conservación, responsable por el suministro de servicios ambientales fundamentales para la metrópolis, como agua, alimentos, fibras, productos bioquímicos, regulación de la calidad del aire, de la temperatura y del suelo, área de ocio y de actividades espirituales. El verde oscuro corresponde a las áreas núcleo, el verde intermedio corresponde a las zonas de amortiguación y conectividad, y el verde claro corresponde a las áreas de transición y cooperación (The Mata Atlántica Biosphere Reserve, 2008).

Con el objetivo de contribuir al establecimiento de la armonía entre el ser humano y el medio ambiente natural (fuente de servicios ambientales) y urbano, la RBCV impulsa algunos importantes frentes de acción, entre los que se destacan :

- Programa de Jóvenes – Medio Ambiente e Integración Social: tiene como objetivo la inclusión de jóvenes entre 15 y 21 años, en situación socioeconómica vulnerable, habitantes de la región del Cinturón Verde, en el llamado ecomercado de trabajo, que contribuye con la recuperación o mantenimiento de los servicios ambientales de la RBCV y, simultáneamente, con la generación de renta a partir de relaciones éticas y solidarias de trabajo.

- Apoyo a Unidades de Conservación (UC): tiene como objetivo la promoción del diálogo entre la UC y su entorno, contribuyendo también con planes de manejo y creación de nuevas UCs.

- Integración Municipal: tiene como objetivo la ampliación del diálogo con los municipios que integran la RBCV, estimulando la regionalización de su gestión.

- Sistema de Gestión: con la intención de orientar las acciones de esta reserva, se instituyó por ley el Consejo de Gestión de la RBCV, formado por 34 representantes gubernamentales y no gubernamentales. Este consejo, junto con la Coordinación de la RBCV (ejercida por el Instituto Forestal), son los responsables por la elaboración del Plan de Acción de esta reserva.

- Investigación, Estudio y Supervisión: tiene en vista la generación de bases georeferenciadas y la realización de la Evaluación Ambiental Integrada, que tienen como objetivo proponer una visión sistémica de la RBCV a partir de la comprensión de la importancia de sus ecosistemas para el bienestar humano.

En este último frente de acción se destaca la propuesta Evaluación Subglobal de la Evaluación Ecosistémica del Milenio, esencial para la comprensión de la importancia del cinturón verde para el bienestar de la población residente en ese polígono. Se pasa a analizar a continuación la Evaluación Subglobal

## Evaluación subglobal del cinturón verde

La Evaluación Ecosistémica del Milenio (EM) constituyó un programa de trabajo internacional desarrollado para atender a las necesidades de informaciones científicas de los tomadores de decisiones del poder público, la iniciativa privada, la sociedad

---

<sup>1</sup>Folleto de la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo.

<sup>2</sup>Ley Federal 9.985, del 18 de julio de 2000; reglamentación dispuesta por el Decreto Federal 4.340, del 22 de agosto de 2002, y por el Decreto Estadual 47.094, del 18 de septiembre de 2002.

civil organizada y el público en general sobre los impactos que los cambios en los ecosistemas causan al bienestar humano, y las opciones de respuestas a esos cambios. La metodología de esta evaluación está compuesta por una etapa de diagnóstico de los servicios ambientales, sus principales vectores de modificación y tendencias de esos servicios; escenarios y respuestas posibles frente a los eventuales problemas detectados (Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2005).

Por servicios ambientales, la EM entiende “los beneficios que el hombre recibe de esos ecosistemas. Ellos abarcan servicios de provisión, incluyendo alimentos, agua, madera y fibras; servicios reguladores, que afectan climas, inundaciones, enfermedades, residuos y la calidad del agua; servicios culturales, que aportan beneficios de recreación, estéticos y espirituales; y servicios de soporte, tales como la formación del suelo, la fotosíntesis y el ciclo de nutrientes”. Con relación al bienestar humano, la EM incluye elementos fundamentales para la existencia, tales como materiales básicos para una vida saludable (sustento seguro y adecuado, alimentos suficientes, habitación, vestuario y acceso a bienes); salud (ausencia de enfermedades); ambiente físico saludable (aire puro y acceso al agua limpia), buenas relaciones sociales (cohesión social, respeto mutuo, capacidad de ayudar al semejante); seguridad (acceso seguro a los recursos naturales y a otros recursos, seguridad personal y protección contra desastres naturales causados por el propio ser humano) y libertad de elección y acción (oportunidad para alcanzar aquello que se desea).

La relación entre los servicios ambientales y el bienestar humano es presentada por la figura que incluye a continuación:

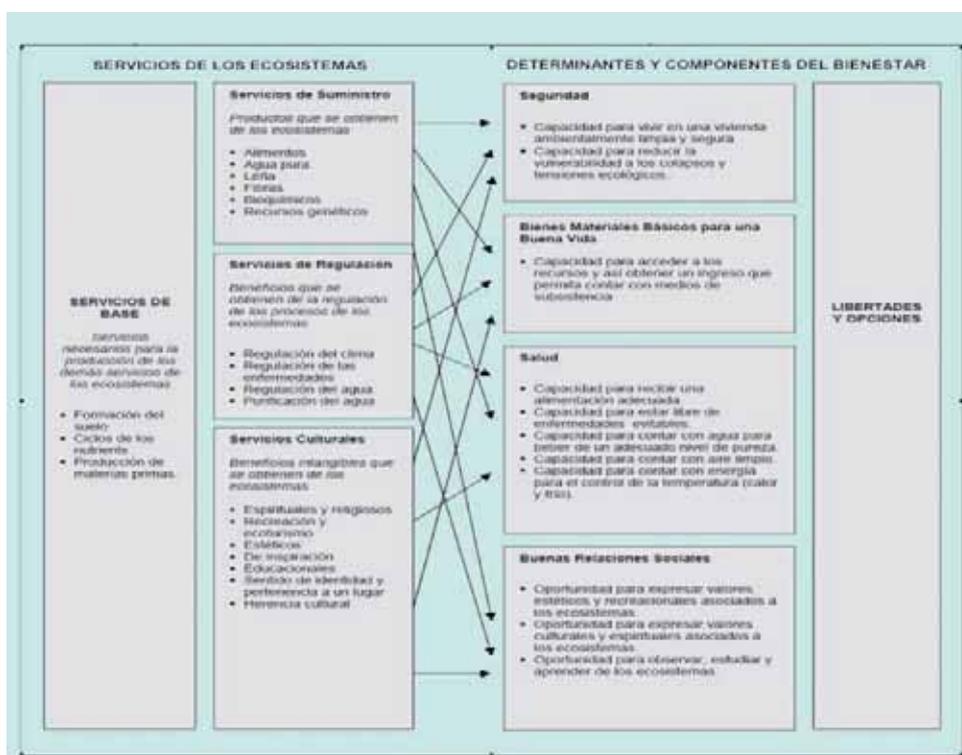


Figura 6: Relación entre servicios ambientales y bienestar humano

Así como hubo una preocupación con los cambios globales en los servicios prestados por los ecosistemas, también ha existido una preocupación en el sentido de generar informaciones para tomadores de decisiones en escala local (comunidades, ciudades, estados, países), a partir de la misma metodología usada en escala global. En este sentido, se crearon las Evaluaciones Subglobales (ESG), que tienen como objetivo el fortalecimiento de los resultados globales a partir de la realidad local (Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2005).

Con la intención de establecer un proceso de esa naturaleza en el área abarcada por la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo, se elaboró y sometió a la Secretaría de la EM una propuesta de Evaluación Subglobal (ESG-RBCV) en 2005, que fue aprobada pero no implementada, por causa de la indisponibilidad de recursos para ello. Este momento inicial correspondió a la Etapa I de la ESG-RBCV.

El reinicio de las actividades para la implementación de la propuesta se produjo con la llamada Etapa II, que busca hacer viable la implementación de la evaluación propiamente dicha (Etapa III). Durante la Etapa II, se constituyó un grupo de trabajo (GT ESG-RBCV), formado por integrantes de la coordinación de esta reserva de la biosfera y 4 consejeros de su Consejo de Gestión, representantes de la comunidad científica, que también participaron en la Etapa I de la ESG-RBCV. Este GT definió algunas estrategias para el reinicio del proceso, entre las que se incluyen las siguientes:

1. Redefinición de los servicios ambientales que serán evaluados en la Etapa III de la ESG-RBCV y levantamiento de investigadores especialistas en esos servicios. Los servicios ambientales definidos se presentan en la Tabla 2. Cada servicio ambiental dio origen a un Grupo de Trabajo (GT) integrado por los investigadores convidados.

2. Elaboración de una publicación en formato de libro (lanzamiento en 2010) con el tema “Servicios Ambientales y Bienestar Humano en la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo”, con artículos escritos por investigadores de los Grupos de Trabajo representando a cada servicio ambiental arriba mencionado. La estrategia de la publicación tiene como objetivo articular investigadores e instituciones con potencial para la participación en la Etapa III. En el proceso de elaboración de los artículos, los investigadores pasan a incorporar la metodología y propuesta de las Evaluaciones Subglobales, comienzan una reflexión inicial sobre el estado de los servicios ambientales de la RBCV, además de levantar aspectos críticos que se tratarán en la Etapa III.

3. Taller de integración de los investigadores convidados, para la presentación de la Evaluación Subglobal de la RBCV y orientación para la elaboración de artículos que serán posteriormente incorporados al libro propuesto. Este taller, realizado en agosto de 2009, hizo posible la consolidación de los grupos de trabajo por servicio ambiental y la interacción inicial entre los diversos especialistas.

4. Elaboración de proyecto para la captación de recursos destinados a la implementación de la Etapa III de la ESG-RBCV.

5. Etapa III de la ESG-RBCV: es la evaluación ambiental integrada, que contará con la participación de los especialistas y de tomadores de decisiones de los sectores público y privado, y de la sociedad civil organizada. Esta participación se ve especialmente favorecida por el ambiente de la reserva de la biosfera, en torno del cual se

hace un abordaje territorial, ambiental y social desvinculado de asuntos partidarios, un aspecto que suele dificultar la acción integrada entre municipios de una misma región. Además de ello, la RBCV cuenta con un Consejo de Gestión formado por representantes de administraciones municipales y del gobierno estadual, representantes de la iniciativa privada y de la sociedad civil, además de la ya mencionada comunidad científica. En este sentido, la RBCV se delinea como un auténtico foro de discusión de esta temática, facilitando no solamente la comprensión del tema sino la incorporación del mismo en el proceso de decisión de esas partes interesadas. La Etapa III se subdivide, a su vez, en las siguientes etapas:

- Diagnóstico y tendencias de los servicios ambientales, con sus principales vectores de eventual modificación. Será un proceso de profundización del material producido en la citada publicación.
- Elaboración de escenarios para la región de la RBCV, dentro de un horizonte de tiempo de aproximadamente 50 años.
- Elaboración de respuestas en función de las informaciones obtenidas en las etapas anteriores.
- Comunicación de resultados, utilizando medios de comunicación de amplio alcance y lenguaje accesible a todos los tomadores de decisiones y eventos de discusión sobre los resultados obtenidos, así como sobre su utilización en beneficio de la sociedad y de los ecosistemas, sea a través de políticas públicas, empresariales o nuevas conductas sociales.

<b>CATEGORÍAS DE SERVICIOS AMBIENTALES</b>	<b>GTs de SERVICIOS AMBIENTALES</b>	
<b>Servicios de Provisión</b>	<b>Alimentos</b>	Agropecuaria
		Pesca y Acuicultura
		Extractivismo
	<b>Recursos Forestales Madereros y no Madereros</b>	Madera
		Leña
		No madereros (semillas, especies ornamentales, resina)
<b>Productos Bioquímicos, medicamentos naturales y productos farmacéuticos</b>		
<b>Agua</b>	Agua Dulce Superficial	
	Agua Dulce Subterránea	
<b>Servicios de Regulación</b>	<b>Regulación de la Calidad del Aire</b>	
	<b>Secuestro de Carbono y reducción de GEE</b>	
	<b>Regulación Climática</b>	
	<b>Purificación y regulación del Agua</b>	
	<b>Procesamiento de Residuos y Desintoxicación</b>	
	<b>Regulación de Procesos Geohidrológicos de Erosión, Deslizamientos e Inundaciones</b>	
	<b>Regulación de Enfermedades</b>	
<b>Servicios Culturales</b>	<b>Valores Espirituales, Religiosos y Folclóricos</b>	
	<b>Recreación, Turismo Sustentable y Deportes</b>	
<b>Servicios de Soporte</b>	<b>Biodiversidad</b>	
<b>Herramientas de Apoyo</b>	<b>Valoración de servicios ambientales</b>	
	<b>Administración de Datos</b>	
	<b>Georeferencia</b>	

**Tabla 2:** Grupos de Trabajo por Servicios Ambientales

## Servicios ambientales en la RBCV

Como resultado preliminar de las estrategias de la Etapa II de la ESG-RBCV, algunos grupos de trabajo por servicio ambiental comenzaron sus discusiones sobre la caracterización de esos servicios ambientales en el área que abarca esta reserva de la biosfera, que se presentan a continuación.

### Servicio de Provisión de Alimentos

Los datos disponibles permitirán trabajar, con cierta aproximación, en el servicio ambiental de alimentos en dos subsistemas, la altiplanicie y el área costera, así como los que resultan de los procesos de producción o extracción. La elección tecnológica y las prácticas de manejo provocan impactos negativos diferenciados sobre el suelo, el agua y la biodiversidad, generando diferentes compensaciones (“trade off”) con otros servicios y diversas trayectorias de desarrollo. Tecnologías alternativas, aún cuando no sean estadísticamente relevantes, poseen un impacto localizado y asumen el rol de inductores de cambios. Comienzan a ser valorizados en función de la creciente preocupación ambiental con la escasez y polución del agua, además de asuntos de salud. El agricultor que opta por la tecnología ambientalmente adecuada puede estar contribuyendo para la generación de un servicio de soporte a través de la mejora del suelo y del agua.

La gran concentración urbana en la región no eliminó la baja densidad poblacional que caracteriza el espacio donde ocurre la producción de alimentos en el área de la RBCV. Ella está asociada a un modo de vida distinto del que se desarrolla en las concentraciones urbanas. La red social que organiza la vida en este espacio es un importante capital social para el control y defensa de la preservación de los recursos naturales. El agricultor y su red social tienen un potencial para garantizar que el ecosistema pueda proveer varios servicios de regulación. En contraste con la agropecuaria y la acuicultura, mucho de lo que se obtiene a través del extractivismo vegetal y animal se apropia de las existencias de bienes públicos y comunes. Ejemplos de esto son la recolección de palmito y la captura de pescados. Ambas actividades pueden ocurrir en diferentes tipos de ambientes dentro de los diferentes ecosistemas: desde aquellos caracterizados como de mínima perturbación humana hasta aquellos ambientes en los cuales existe una intensa acción antrópica.

El gran contingente poblacional de la RBCV hace que la producción local sea insignificante delante de la demanda. Aún en lo que dice respecto a la producción de alimentos frescos, horticultura y alguna fruticultura, que es la característica predominante de la región, se ha observado una creciente dependencia de productos de regiones más distantes. Una evaluación preliminar de los datos del mayor emporio comercial de alimentos del Brasil (y uno de los mayores del mundo), la Compañía de Emporios y Almacenes Generales de São Paulo (CEAGESP), localizada en la ciudad de São Paulo, sugiere que la importancia del área de la RBCV en la provisión de alimentos para la misma ha ido decreciendo a lo largo de las últimas décadas. Ello está ocurriendo inclusive con las hortalizas, alimentos que se cultivan de preferencia próximos al mercado consumidor, porque son productos altamente perecederos.

Con base en las informaciones de la CEAGESP, el porcentaje de berro (*Lepidium sativum*) comercializado, que tiene su origen en la RBCV, pasó de 97% en 1986 a 91% en 1996. En el caso de la ruqueta (*Eruca sativa*), menos exigente en términos de agua, la reducción fue más fuerte. Cayó de 94% en 1976 a 34% diez años después y presentó apenas 32% en 1996. Esa es una región con períodos secos y lluviosos, lo que hace que la agricultura dependa de la irrigación durante una parte del año. Por lo tanto, el mantenimiento de la producción agrícola demanda agua, fomentando la competición por el uso de medios alternativos. Un ambiente de abundancia de agua en la década de 1970 fue substituido por uno de fuerte escasez, en los tiempos actuales. Se trata de un cambio muy rápido que no fue absorbido todavía por los agricultores que están localizados junto a las nacientes de los innumerables ríos que abastecen a las ciudades. Los datos incluidos arriba sugieren una evolución contraria a lo esperado en términos de disponibilidad hídrica actual y precisa ser analizada. La tendencia del servicio de alimentos está influenciada por las condiciones económicas y sociales prevalecientes en la región, que definen el estándar de consumo y de nutrición de la población. Considerando que el ecosistema urbano es parte fundamental de la RBCV, se enfatiza la importancia del estudio de seguimiento de las condiciones ecológicas, o seguimiento ecológico, del alimento consumido en la RBCV y de las condiciones de nutrición de su población.

### **Servicio de Provisión de Productos Bioquímicos, medicamentos naturales y productos farmacéuticos**

Desde 1976, el Laboratorio de Fitoquímica de la Sección de Madera y Productos Forestales, del Instituto Forestal (IF), está desarrollando investigaciones con los productos y subproductos extraídos de la floresta y de plantas. No obstante, la estructuración del Laboratorio se produjo efectivamente en 1985.

Los experimentos realizados tienen como finalidad la de conocer y estudiar químicamente las especies forestales que presentan potencialidades de aprovechamiento en áreas tales como farmacología, industrias químicas y farmacéuticas, perfumería, aromáticos, cosmetología, fitomedicina y fitoterápicos. Algunas especies que presentaron actividad biológica con potencial de aprovechamiento en farmacología y utilizadas popularmente como fitoterápicos, también se plantaron en áreas sin vegetación pertenecientes a la RBCV del Instituto Forestal, de la capital del Estado de São Paulo, en un trabajo de revitalización.

En dicho trabajo, concretamente, en el trasplante de mudas, junto con el compuesto orgánico producido con residuos forestales, producido en el Parque Alberto Loefgreen (pasto, gajos, hojas), se utilizó simultáneamente el extracto piroleñoso, conocido también como ácido piroleñoso, vinagre de madera y licor piroleñoso, generado en el proceso de carbonización de la madera. La recuperación se produce a través de la condensación del humo que normalmente se lanza en la atmósfera y que se constituye en un contaminante atmosférico. Las pesquisas efectuadas con esencias forestales nativas, principalmente las Mirtáceas, Laureáceas, Verbenáceas y Anonáceas, en los trabajos de investigación fitoquímica desarrollados en áreas circunscritas a la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde, como la Sierra de la

Cantareira, Cotia e Itaquaquecetuba, podrán contribuir al servicio ambiental en lo que respecta al aprovechamiento de nuestra biodiversidad.

En lo que respecta a las especies de Mirtáceas recolectadas en Cotia e Itaquaquecetuba y transplantadas durante el proceso de revitalización, podrán generar nuevas investigaciones referidas a la caracterización química de los componentes, toda vez que los factores edafo-climáticos diferentes podrán modificar las respectivas composiciones químicas.

### **Servicio de Regulación de Procesos Geohidrológicos de Erosión, Deslizamientos e Inundaciones**

En la RBCV, el servicio de regulación del flujo superficial, relacionado con los procesos geohidrológicos de erosión, deslizamientos, obstrucción con sedimentos e inundaciones puede analizarse en dos grandes provincias geomorfológicas: Altiplanicie Atlántica (“Planalto Atlântico”) y Provincia Costera, donde se sitúan respectivamente las Regiones Metropolitanas de São Paulo y de la Bajada hacia el Litoral (“Baixada Litorânea”).

En la Altiplanicie Atlántica, la ciudad de São Paulo, nacida sobre las colinas sedimentarias de arenitas y argilitas, se va expandiendo hacia áreas de cerros de rocas cristalinas de granitos, gneis, pizarra, filitos, etc. Las colinas sedimentarias presentan un relieve suave, con suelos de baja susceptibilidad a la erosión y franca capacidad de infiltración en los terrenos arenosos. No obstante, los cerros presentan un relieve con más movimiento, con suelos alterables de elevada susceptibilidad a la erosión y a los deslizamientos, sujetos a ser considerados áreas de riesgo y, por lo tanto, más dependientes de los servicios ambientales de la biosfera para la regulación del flujo superficial de líquidos.

En la bajada hacia el Litoral se destacan la escarpadura de la Sierra del Mar y los cerros de la Zona Costera de Santos, São Vicente y Guarujá, donde ocurren deslizamientos condicionados por los acentuados grados de declive y por los elevados índices pluviométricos que alcanzan más de 2.000 mm. Las ocupaciones irregulares en estos cerros y en la escarpadura de la Sierra del Mar, están por lo tanto sujetos a graves situaciones de riesgo, revelando el papel fundamental del servicio de la biosfera que atenúa los flujos superficiales de líquidos. Los deslizamientos en los cerros y escarpaduras afectan también a las obras de infraestructura, como carreteras, líneas férreas, túneles, líneas de transmisión, centrales hidroeléctricas e industrias, tanto en la Sierra del Mar como en la Bajada hacia el Litoral. El puerto de la ciudad de Santos recibe el material generado por esos procesos, con la consecuente reducción del calado de navegación, lo cual está exigiendo permanentes servicios de dragado.

Un resumen de los impactos negativos de los procesos geohidrológicos en la RBCV, resultantes de la imposibilidad, de regular los deslizamientos superficiales, puede delinarse de la siguiente manera:

- pérdida de infraestructura de accesos cuando los procesos afectan vías públicas e involucran perjuicios derivados de la paralización de actividades económicas;
- deterioro o aumento en los gastos de mantenimiento de obras hidráulicas diversas, tales como redes de drenado urbano, sistemas y embalses de abastecimiento de

agua, sistema portuario;

- daño parcial o total de patrimonios públicos o privados, especialmente de los propios municipios, como escuelas y dispensarios de salud, residencias particulares y casas comerciales en áreas de riesgo;

- compromiso de la salud física de habitantes por enfermedades causadas por inundaciones, tales como toxoplasmosis, leptospirosis y otras enfermedades de transmisión hídrica;

- afectación de la salud psíquica por la convivencia con áreas de riesgo y sus manifestaciones, especialmente durante los períodos de lluvias intensas;

- muertes de víctimas por accidentes graves, causadas, por ejemplo, por deslizamientos e inundaciones; y

- aumento de los costos de la gestión municipal por causa de la necesaria movilización de varios sectores, desde la defensa civil hasta los dispensarios de salud.

Este balance justifica plenamente la práctica de un uso del suelo más adecuado a los condicionantes geoambientales de la RBCV, considerando como un componente fundamental de esa práctica la conservación estratégica de áreas de cobertura vegetal para la producción de los servicios de los ecosistemas aplicados a la regulación de los flujos. Estos servicios se están revelando cada vez más imprescindibles en los terrenos más desfavorables para la ocupación, actualmente sujetos a las expansiones urbanas y a la implantación de grandes obras de infraestructura, para prevenir que ocurran procesos geohidrológicos adversos.

## Servicio de Regulación de la Calidad del Aire

El proceso de ocupación muy rápida de la ciudad de São Paulo y de los municipios de su entorno hizo que la ciudad avanzase sobre las áreas verdes, que hoy se restringen a parques estaduais y municipales, y que principalmente prestan preciosos servicios ambientales a la población de los grandes centros urbanos, como es el caso de la RBCV.

En este contexto, se realizó un estudio en parques de la ciudad de São Paulo (figura 7), donde se recogieron y analizaron muestras de corteza de árboles escogidos como biomonitores de la polución atmosférica de la ciudad. Mediante este procedimiento, se estudió la existencia de posibles gradientes de polución causados por la influencia del tránsito de vehículos en la concentración de contaminantes (metales) acumulados en las respectivas muestras de corteza. Para ese estudio de ambientes urbanos en microescala, se trazaron previamente mapas de isolíneas con la referida finalidad de estudiar la eventual concentración de contaminantes en la corteza de los árboles.

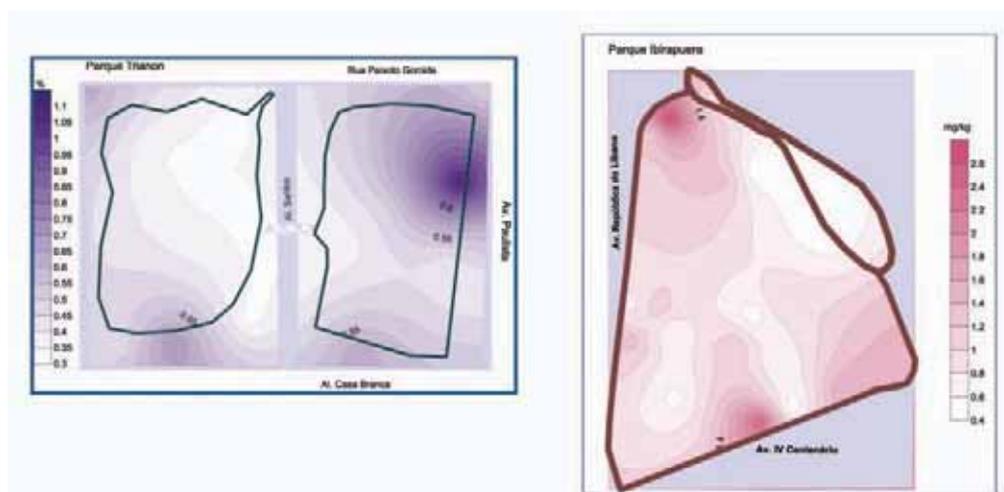
La región periférica de parques urbanos está en estrecho contacto con el tráfico y representa una especie de “filtro del aire” para el centro de los respectivos parques. En los mapas generados (figura 8), podemos verificar que las muestras recogidas en las partes más externas de los parques presentaron mayores concentraciones de los elementos químicos analizados. Creemos que es posible que los árboles de los parques urbanos puedan funcionar como barreras físicas de dispersión de contaminantes. El aumento de la vegetación en los grandes centros urbanos puede

amenizar dos aspectos negativos principales del clima urbano: las islas de calor y la contaminación atmosférica. Se sabe que los árboles en ambientes urbanos pueden reducir los flujos de líquido en la superficie, disminuir la temperatura atmosférica, aumentar la humedad relativa, absorber contaminantes, etc., influyendo directamente sobre el bienestar de la población.

La existencia de gradientes de contaminación en los parques estudiados indicó que los parques urbanos pueden representar barreras físicas de contaminantes, sirviendo como pequeños “oasis” dentro de la ciudad. El espesamiento de la vegetación en el entorno de los respectivos parques puede ser un medio eficaz para disminuir el área de dispersión de algunos contaminantes, influyendo directamente en la calidad de vida del paulistano. Árboles plantados en calzadas y canchales de avenidas pueden actuar como filtros de contaminantes y los caminantes pueden beneficiarse si circulan por áreas más arborizadas y apartadas de las grandes vías de tránsito.



**Figura 7:** Parque Teniente Siqueira Campos - Trianon y Parque Ibirapuera  
(Fuente: Google Earth)



**Figura 8:** Mapa de distribución de la concentración de Azufre en el Parque Trianon y Mapa de distribución de la concentración de Cobalto en el Parque Ibirapuera

## Servicios Culturales de Recreación, Turismo Sostenible y Deportes

Los problemas de transporte y desplazamiento en la metrópolis de São Paulo hacen que sus habitantes pierdan mucho tiempo en sus desplazamientos hacia y desde sus locales de trabajo, influyendo en la manera como el ser humano valoriza su tiempo libre y los espacios donde éstos usufructuarán de su descanso, distensión y ocio. El tiempo libre pasa a ser extremadamente valorizado y el turismo, como uno de los servicios culturales ofrecidos por el conjunto de ecosistemas de la RBCV, influye positivamente sobre la calidad de vida y el bienestar de la población.

El turismo se inserta en el universo del ocio, utilizado como instrumento de descanso y diversión, y se incluye en lo anterior el desplazamiento de personas en busca de nuevas experiencias, momentos de placer, de bienestar, de descanso, de desarrollo de la personalidad, en fin, para disfrutar del tiempo libre, y ese tiempo libre pasó a ser un nuevo valor social de la persona, cuya finalidad es la autosatisfacción (Trigo, apud: Dumazedier, 1998 p. 14). El Informe de 2007 de la OMT (Organización Mundial de Turismo) presentó los datos de los números de turistas internacionales que viajaron por el mundo, aproximadamente 898 millones, y confirmó la aseveración de que parte de ese público que más viaja y que pertenece a los países más desarrollados, busca aventuras, naturaleza y cultura diferenciadas, lo cual favorece a las regiones en desarrollo que valoran sus riquezas culturales, étnicas y naturales.

Caminando en ese sentido, la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo (RBCV), ha estimulado, por medio del Programa de Jóvenes - Medio Ambiente e Integración Social, el desarrollo de itinerarios y circuitos turísticos dentro de la RBCV. Esos itinerarios se destacan por encontrarse a menos de 50 kilómetros de distancia de la ciudad de São Paulo y, principalmente, por ofrecer al visitante la oportunidad de descubrir lugares de relevancia ambiental, con florestas en buen estado de conservación, cascadas y sendas con una gran belleza escénica, la posibilidad de conocer comunidades tradicionales con culturas preservadas y de involucrar a la población de bajas rentas en el proceso de desarrollo de esas actividades.

Un ejemplo de la importancia de ese servicio cultural de la RBCV es la Ruta Gastronómica del Cambuci: Medio Ambiente, Turismo y Cultura, creada en 2009 y apoyada en los principios de justicia, igualdad social y respeto al medio ambiente y a la comunidad, con el objetivo de promover el desarrollo sustentable de la región abarcada por la Ruta, a través de acciones integradas de turismo, gastronomía, formación y calificación, cultura y manejo adecuado del cambuci, una fruta nativa de la Mata Atlántica, buscando el desarrollo de negocios en sociedad, con la consecuente creación de diversas oportunidades de generar rentas. La Ruta Gastronómica del Cambuci es un itinerario turístico localizado en el interior y en el entorno de la RBCV, desarrollado en relación a un calendario de festivales gastronómicos a lo largo del año. Esos eventos asocian sus festivales a una diversidad de actividades culturales, turísticas y de ocio.

El referido modelo de actividad turística de bajo costo, puede ser considerado como una buena solución para las comunidades de las periferias urbanas de la RBCV, y se vale del turismo como una gran herramienta de inclusión y de democratización de

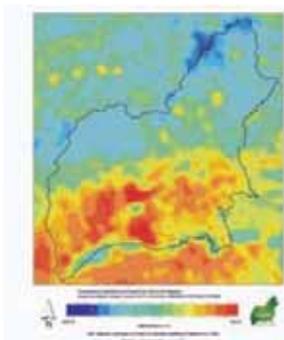
oportunidades y beneficios, además de estimular la conservación de los ecosistemas en los cuales se encuentra el cambuci, origen de todo ese conjunto de acciones.

#### CUADRO 1: PRESENTACIÓN DE UN EJEMPLO

##### **Programa de las Islas Verdes: una ley de utilidad pública que rige los servicios de un ecosistema en Guarulhos, una ciudad de la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de São Paulo**

*Vieira, F.; Oliveira, A.M.S.; Victor, R.*

Utilizado en un proyecto asociado de evaluación, el Mapa Térmico (Landsat 5 Banda 6 - imagen infrarroja termal) está sirviendo de instrumento para analizar de qué manera los servicios de ecosistemas regionales contribuyen a regular la temperatura local, a detener el avance de las islas de calor urbanas y a ofrecer condiciones para un mayor bienestar humano. El Mapa Térmico indica las diferencias en la superficie terrestre superiores a 15° C entre las áreas urbanas y las florestas de los perímetros urbanos. El referido Mapa Térmico, que integra un proyecto actualmente coordinado por la Universidad de Guarulhos (en colaboración con la Municipalidad de São Paulo, la Municipalidad de Guarulhos, la Fundación de Amparo a la Pesquisa del Estado de São Paulo - FAPESP y el Secretariado de la Reserva de la Biosfera del Cinturón verde) motivó al Departamento del Medio Ambiente de la Municipalidad de Guarulhos a lanzar el "Programa de las Islas Verdes" en contraposición a las islas de calor urbanas. Este programa, que se beneficia con la contribución de un servicio de ecosistemas específico para los habitantes urbanos, desarrolla políticas públicas para bajar la temperatura de la ciudad, que posee 1 millón 200 mil habitantes, protegiendo florestas existentes y también replantando árboles, con lo cual se construyen techos verdes en áreas con incidencia mayor de calor artificial. La disminución de temperaturas urbanas, especialmente en las estaciones del año más calurosas, puede ser altamente benéfica para la salud humana. Además de proporcionar un confort térmico por la natural protección de su follaje, los árboles urbanos pueden disminuir también las concentraciones de polución del aire. La ley de utilidad pública "Programa de Islas Verdes", elaborado por el Departamento del Medio Ambiente de la Municipalidad de Guarulhos, fue aprobada por la Cámara Municipal de esa ciudad el 24 de agosto de 2009.



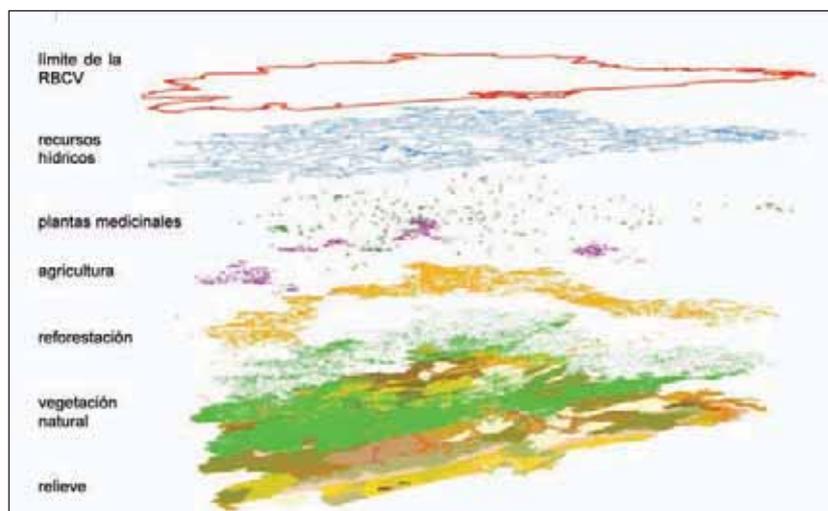
**Figura 9:** Mapa Térmico de la Municipalidad de Guarulhos

## Instrumentos de apoyo de la ESG-RBCV

La evolución de las geotecnologías de la información ha colocado a disposición herramientas importantes y necesarias para el desarrollo de investigaciones y para ayudar a la administración del territorio, permitiendo evaluaciones integradas, análisis y tomas de decisiones de una manera rápida y eficaz. Las nuevas tecnologías de geoprocésamiento asociadas a una buena calidad de resolución de las imágenes de sensores remotos orbitales, constituyen herramientas importantes para la planificación de los espacios urbanos y de la periferia urbana, haciendo posible la representación espacial de los datos recogidos en el terreno y ejecutando análisis más detallados y precisos con el cruzamiento de una amplia variedad de informaciones.

Para la ESG-RBCV, el Sistema de Informaciones Geográficas (SIG) sirve como herramienta básica para la consolidación, el análisis y la elaboración de los diagnósticos de los servicios ambientales que serán desarrollados, y sirve también como una plataforma de integración y de cruce de esas informaciones. El SIG presenta como desafío la generación de un mapa que incluya las investigaciones efectuadas por cada

grupo de trabajo con relación al tema del servicio ambiental, además de “cruzar” las diversas capas de informaciones (figura 13) de manera que representen espacialmente los servicios ambientales de la RBCV. Para ello, se elaboró una base cartográfica digital georeferenciada, que contiene informaciones altimétricas tales como curva de nivel y puntos más importantes, así como datos planimétricos tales como puntos de drenaje y vías de circulación. El trabajo utilizó como base un mosaico compuesto por 41 mapas del IBGE, en escala 1:50.000, y la proyección adoptada corresponde a Universal Transversa de Mercator – UTM, DATUM SAD 1969, Fuso 23k.



**Figura 10:** Representación por superposición de capas de los servicios ambientales de la RBCV.

## Conclusión

Teniendo como perspectiva la pérdida de la cobertura vegetal en el área de la Reserva de la Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo (RBCV), causada por el intenso proceso de urbanización, queda en evidencia la necesidad de llevar al conocimiento de los tomadores de decisión la importancia de los ecosistemas de reserva de la biosfera para el bienestar de sus habitantes. Los referidos ecosistemas son responsables por el aporte de servicios ambientales fundamentales para el bienestar humano: agua, alimentos, productos naturales, ocio y entretenimiento, regulación de la calidad del aire, del suelo, etc. Se beneficia un total de aproximadamente 23 millones de personas, considerándose en este caso apenas los habitantes del Cinturón Verde, o sea, no se contabilizan los habitantes del entorno de la reserva de la biosfera, algo que con certeza aumentaría el número de beneficiados.

En ese sentido, se definió como una estrategia de conservación de los ecosistemas de la región, la implementación de una evaluación ambiental integrada, utilizando la metodología de la Evaluación Ecosistémica del Milenio, que demostró al mismo tiempo una simplicidad de abordaje y una riqueza de informaciones. Ese proceso se denominó Evaluación Subglobal de la RBCV - ESG-RBCV, el cual permitirá evaluar la situación de los ecosistemas y de sus servicios ambientales asociados, así como

los riesgos que éstos sufren al verse amenazados por vectores de alteración ligados a acciones antrópicas.

La RBCV presenta características muy favorables para la implementación de ese proceso, en función de su objetivo de contribuir con la armonía entre el ser humano y el ambiente natural, a través de un abordaje territorial y de sistema de gestión que integra a diferentes actores de las esferas públicas, privada y de la sociedad civil, permitiendo el diálogo y acciones conjuntas.

Se espera que esa evaluación pueda aportar una nueva forma de ver y de considerar el Cinturón Verde de São Paulo, de manera que las políticas públicas y las iniciativas privadas pasen a considerar la importancia de esta reserva, permitiendo la conservación y la recuperación de sus respectivos ecosistemas.

## Bibliografía

AVALIAÇÃO ECOSISTÊMICA DO MILÊNIO. Síntese Geral. São Paulo: RBCV, 2005.

AVALIAÇÃO ECOSISTÊMICA DO MILÊNIO. Disponible en <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.3.aspx.pdf>. El último acceso se hizo el 25/09/2009

RBCV – Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – Instituto Florestal-SMASP. Conservação e Recuperação da Natureza Através da Participação de Jovens. São Paulo: Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, 2001.

RBCV. Avaliação Subglobal da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – Submissão de Proposta para a Aprovação da Avaliação Ecosistêmica do Milênio. São Paulo: RBCV, 2003.

RBCV. Manual dos Artigos sobre Serviços Ambientais e Bem-estar Humano na RBCV. São Paulo: RBCV, 2009.

RBMA. Disponible en [http://www.rbma.org.br/mab/unesco\\_02\\_rbrb.asp](http://www.rbma.org.br/mab/unesco_02_rbrb.asp). El último acceso se hizo el 25/09/2009.

RODRIGUES, E.A.; VICTOR, R.A.B.M.; PIRES, B.C.C. A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como Marco para a Gestão Integrada da Cidade, seus Serviços Ambientais e o Bem-estar Humano. São Paulo em Perspectiva, São Paulo: Fundação Seade, v. 20, n. 2, p. 71-89, abr./jun. 2006.

SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponible en <http://www.planejamento.sp.gov.br/des/textos8/RMSP.pdf> El acceso se hizo el 25/09/2009.

SERRANO, O.; MONTRIGAUD, M.E.B.A.; VICTOR, R.A.B.M.; GONÇALVES, P.M.C. O Ecomercado de Trabalho na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. Brasília: UNESCO, 2000.

SOUZA, Vanessa Cordeiro. Turismo Irmanado como instrumento de um turismo sustentável na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. 2002. 75 pp. Trabajo de Conclusión de Curso (postgrado en Ecoturismo) – Serviço Nacional de Aprendizagem (SENAC), Faculdade de Turismo e Hotelaria, São Paulo.

THE MATA ATLÂNTICA BIOSPHERE RESERVE Phase VI/2008. Review and Update of Limits and Zoning of the Mata Atlântica Biosphere Reserve in Digital Cartographic Base. São Paulo: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2008

TRIGO, Luiz Gonzaga Godoi. A Sociedade pós-industrial e o profissional em turismo. Campinas: Papirus, 1998.

VICTOR, M. A. M.; CAVALLI, A.C.; GUILLAUMON, J.R. e Filho, R.S. A Devastação Florestal. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1979.

VICTOR, Rodrigo A. B. M. e Costa Neto, Joaquim B. (org.). O caso da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. São Paulo: RBCV/UNESCO, versão preliminar, 2001.

# El turismo, un servicio ecosistemico vinculado a la conservación ambiental y el desarrollo local. El caso de la Reserva de Biosfera Torres del Paine, Chile

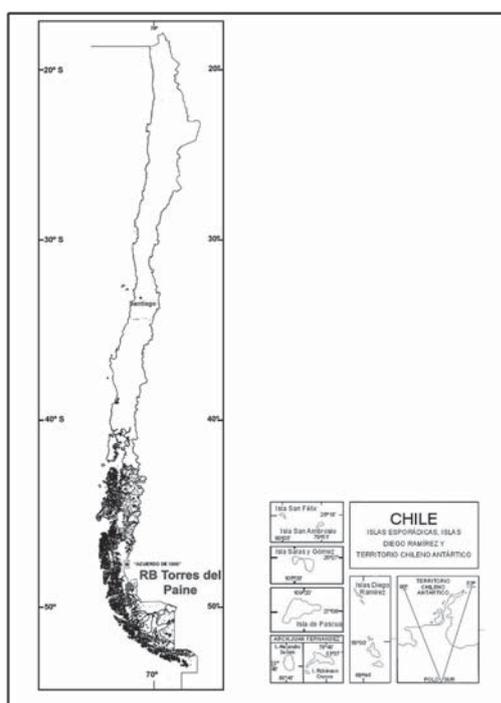
PEDRO ARAYA

## Aspectos esenciales

Torres del Paine está localizado en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, la región más austral del país, y a una distancia de 2.180 km por vía aérea desde Santiago. Fue nominado como reserva de biosfera por UNESCO en 1978, correspondiendo dicha declaración a la extensión del parque nacional homónimo, creado en 1959 y ampliado en varias ocasiones hasta 1979. Esta unidad exhibe la más alta tasa de crecimiento en el número de visitantes, entre todas las áreas protegidas del país, y probablemente esté entre las mas altas del continente. Así en 1985 llegaron hasta él solo 6.850 personas, de las cuales el 36 % eran extranjeras. Transcurridos 23 años, los visitantes alcanzaron el año 2008 a 141.026 personas, variación

que representa un incremento promedio anual de un 14 %, cerca de tres veces mas que la tasa media anual del sistema de áreas protegidas del país. En el caso de los visitantes extranjeros al parque, la proporción ya se ha duplicado, llegando al 72 % del total en 2008 (101.836 personas).

La situación antes mencionada ha tenido un impacto muy significativo en la ciudad de Puerto Natales, distante a 82 km de Torres del Paine y localizada en las inmediaciones de la ruta hacia éste, ya que ha visto aumentar de manera importante las inversiones, el empleo y el nivel de gasto asociado al flujo de turistas que visita el sitio, como se demuestra claramente en las secciones siguientes.



paraya@conaf.cl  
Punto Focal MAB-UNESCO

Desde el punto de vista ecológico, cabe mencionar que varias especies de aves y algunos mamíferos, presentan problemas de conservación, tanto en el ámbito regional como del país, encontrando aquí un refugio adecuado para su recuperación y desarrollo. Entre estos últimos, merece mencionarse el caso del huemul (*Hippocamelus bisulcus*, Molina 1782), un ciervo nativo en peligro de extinción en el contexto nacional, localizándose en Torres del Paine cerca de 70 ejemplares, que están siendo objeto de un plan de protección especial.

Con respecto a la flora, se han contabilizado hasta el momento alrededor de 270 especies, siendo su característica más notable, la variedad de comunidades que se suceden, siguiendo un gradiente pluviométrico. Esto hace que en distancias muy cortas se encuentren comunidades xeromórficas e higromórficas, como asimismo bosques y matorrales xerófitos, incluyendo una vegetación andina variada y abundante, teniendo en cuenta que gran parte del parque corresponde a una zona montañosa.

La rica amalgama de componentes bióticos y abióticos que se presentan y que son fácilmente observables, explica la espectacularidad de sus paisajes. En él, la flora, la fauna, las geoformas y el sistema hídrico, se combinan de múltiples maneras, conformando así un espacio natural de gran atractivo en el ámbito nacional e internacional.

La diversidad geomorfológica presente, se percibe muchos kilómetros antes del ingreso, merced al magnífico Macizo del Paine, que implantado en la estepa patagónica, permite observar a corta distancia, sus cumbres principales: Cerro Paine Grande (3.050 msnm), Cerro Fortaleza (2.800), Escudo (2.700), y Cuernos y Torres del Paine, que superan los 2.500 metros de altitud. Asociado a estas montañas, se encuentran numerosos lagos y ríos, como resultado del deshielo de los glaciares del imponente Campo de Hielo Patagónico Sur, de más de 11.000 km<sup>2</sup> de extensión, 37 de los cuales descargan hacia la Cuenca del Pacífico, manifestándose varios de ellos en el interior del parque.

Cabe señalar que la gestión de las áreas protegidas en el país, cuyo fin último debe ser contribuir al bienestar humano, por tratarse de tareas del Estado asumidas con recursos públicos, además de su función ambiental, también debe desempeñar un rol importante en el ámbito social y económico, aspectos claves presentes en toda estrategia nacional de desarrollo. Asimismo, dichos propósitos coinciden plenamente con las funciones de las reservas de biosfera y a modo de evaluación global se puede afirmar que en las tres dimensiones señaladas se constatan progresos evidentes en Torres del Paine en las últimas dos décadas.

En el primer caso, ello se manifiesta, por ejemplo, en la notable recuperación de varias poblaciones de aves y mamíferos que en el pasado, antes que el área fuese declarada como parque nacional, se encontraban muy diezmadas, producto de su cacería, a pesar de estar ello prohibido legalmente, como asimismo debido al desplazamiento originado por el ganado y el deterioro del hábitat asociado a esta actividad. Esta es la situación del ñandú (D'Orbigny 1834) y el guanaco (*Lama guanicoe*, Müller 1776), entre otras especies, cuyas abundantes poblaciones hacen que hoy sean fácilmente observables por los visitantes. Con respecto a la segunda especie mencionada, es muy relevante señalar que desde 250 ejemplares en 1978, hoy la población bordea los 3.000 individuos, siendo la tercera concentración de mayor magnitud en el país.



Grupo de guanacos (Lama guanicoe)



Torres del Paine

Con relación al uso público, el crecimiento sostenido en el número de visitantes en los últimos 23 años, subiendo en cerca de un 2.000 % en dicho período, grafica claramente que en este aspecto también se ha tenido resultados muy positivos, lo que ha incidido en que los visitantes continúen llegando de manera creciente. Ello se explica no solo a través de las acciones realizadas por la administración al interior del parque, sino también por inversiones del sector público y privado en las localidades cercanas a éste, con su consiguiente impacto económico y social, que se explicita mas adelante. Torres del Paine en el contexto turístico

## Torres del Paine en el contexto turístico

A mediados de la década del los 70, el gobierno regional de la época ya había identificado al turismo como uno de los sectores económicos con mayor potencial para el desarrollo de la Región de Magallanes, augurándole un rol destacado a Torres del Paine, a pesar de recibir en ese entonces un modesto flujo de visitantes, cercano a las 5.000 personas.

A partir de tal perspectiva, se logró motivar a sucesivas autoridades regionales con relación a la importancia del parque y la conveniencia de satisfacer sus necesidades de gestión más apremiantes. Ello ha permitido contar con recursos para inversión en infraestructura y equipos, sumándose así a los aportes de la institución responsable de su administración, la Corporación Nacional Forestal, destinados esencialmente a personal y operaciones.

Es así como desde 1975 a la fecha, se estima que en Torres del Paine se han invertido fondos regionales por un monto cercano a los US \$ 10 millones, privilegio que no ha tenido ninguna otra área protegida del país. El destino de tales medios ha estado dirigido principalmente a la mantención de caminos, construcción de puentes, adquisición de vehículos y a la construcción de oficinas y viviendas para el personal. Todo ello tuvo un impacto muy favorable para consolidar la gestión del parque y adecuarla a las necesidades que ya empezaban a manifestarse en el número de visitantes. También merecen mencionarse las inversiones públicas para mejorar las vías de acceso al parque, tanto desde Punta Arenas como desde Puerto Natales, distantes 400 y 82 km de éste, respectivamente, acciones que sin duda han favorecido la llegada de más turistas cada año.

En el marco de la política gubernamental de entonces, vigente en la actualidad, las inversiones directamente productivas, como las referidas al desarrollo y explotación de instalaciones turísticas deben ser efectuadas por el sector privado, correspondiéndole al Estado el rol de impulsor y regulador de tales iniciativas. En tal contexto, se logró diversos acuerdos con privados, lo que ha permitido contar con varios servicios para los visitantes, básicamente referidos a alojamiento, alimentación, transporte y recreación al interior del parque. Ello se ha materializado mediante diversos contratos de concesión, que en la actualidad alcanzan a 13, comprendiendo una inversión cercana a los US \$ 8 millones. Esta realidad sitúa nuevamente a Torres del Paine, como el área protegida más activa del país en este sentido.

## Impacto del turismo en el desarrollo de la zona de influencia

La creación y manejo de las áreas protegidas por parte del Estado, si bien puede asociarse de manera más estrecha a los objetivos y políticas de desarrollo del país, referidos a los aspectos ambientales propiamente tal, representa una inversión pública que también debiera generar o inducir beneficios económicos y sociales en su entorno, considerando que a fin de cuentas se están empleando recursos financieros y humanos que pertenecen a toda la nación.

Tanto en el ámbito teórico, como a través de estudios de caso, se ha señalado la potencialidad del sector turismo como un agente capaz de contribuir de manera importante a dinamizar la economía local, a través de los efectos multiplicadores que puede generar. En este escenario, Torres del Paine, también muestra cifras muy elocuentes, merced a un estudio específico efectuado como tesis de magíster (Villarroel, 1997), y que más bien vienen a reflejar los efectos positivos de las fortalezas de la gestión antes mencionados, y que se explicitan brevemente a continuación.

Ambito económico: el análisis de varios indicadores permite dimensionar el impacto que ha significado para la ciudad de Puerto Natales, el poblado urbano más importante y más cercano al parque, merced a la demanda de servicios generada sobre esta localidad, por el flujo de turistas que anualmente accede a Torres del Paine.

De acuerdo a datos de 1995, se estimó que los 43.624 turistas que ingresaron al parque, efectuaron un gasto cercano a US \$ 3 millones en Puerto Natales, considerando que, en promedio, los visitantes permanecen en esta localidad alrededor de 3 días, sumando el tiempo tanto a la ida como al regreso del parque. Este monto significó un ingreso para las familias directamente relacionadas con la actividad turística, que representan el 10 % del total de familias de la ciudad, del orden de US \$ 7.300 al año. De acuerdo a esos datos y considerando que a 2008 los visitantes han crecido en cerca de tres veces, puede concluirse que el impacto económico sobre Puerto Natales también ha sido muy significativo.

Una dimensión importante del impacto actual del gasto turístico anual en Puerto Natales, originado por el parque, con relación al gasto total de la población residente (alrededor de 17.000 personas), está dada por el hecho que éste aumentó 11 veces entre 1985 y 2001.

Asimismo, la inversión turística ha tenido un crecimiento relevante, ya que en 1988 existían en Puerto Natales 11 establecimientos de alojamiento de diverso tipo, con un total de 242 camas; en 1996 la cifra aumentó a 61, completando 1.222 plazas. Por su parte, de solo dos agencias de viaje, éstas sumaban 12, en dicho año. Y, según datos de la Municipalidad de Puerto Natales, el crecimiento es significativo a 2008: 120 lugares para alojamiento con cerca de 2.500 camas; y las agencias de viaje alcanzan a 44.

Ambito social: La ciudad de Puerto Natales, ha tenido un crecimiento demográfico relativamente bajo, lo que se explica de manera importante por las condiciones económicas desfavorables en algunos períodos. Así, entre 1970 y 1982, la tasa anual fue de 1,14 %, disminuyendo ostensiblemente de 1982 a 1992, en que solo fue de 0,26 % al año. En el periodo 1992 – 2002, se vuelve a los niveles habituales, llegando a cerca de 1 % anual. Entre las razones que explican la baja tasa del segundo de los períodos antes mencionados, se menciona la migración de familias completas hacia la Patagonia argentina, en busca de mejores perspectivas laborales.

También en ese año, de acuerdo a los informes sociales registrados en la municipalidad, el 50 % de las familias de la comuna de Puerto Natales, presentaba condiciones económicas desfavorables. Esta situación alcanza índices alarmantes en abril de 1992, documentada en el censo nacional de población efectuado en esa fecha, en que se registra que el 65 % de la población mayor de 15 años estaba desocupada. Este fenómeno da cuenta de la marcada estacionalidad de la actividad económica

de Puerto Natales, ya que el mes de abril marca el inicio del empeoramiento de las condiciones climáticas, con la consiguiente paralización o reducción de las actividades primarias, como asimismo del flujo turístico. De hecho, de los meses de abril a octubre, solo arriba el 10 % del total de turistas del año.

Sin embargo, el impacto generado por las visitas al parque empieza a contribuir de manera importante en la mejoría de las condiciones socioeconómicas de la población. Así, entre 1993 y 1996, el número de familias que acceden a los subsidios municipales por encontrarse en situaciones de pobreza, disminuye en un 36 %. En el mismo período, los visitantes al parque se incrementaron en un 78 %, pasando de 28.176 a 50.392 personas, lo que muestra un cierto grado de correlación.

## Impactos ambientales en la conservación de Torres del Paine

De acuerdo a los resultados de una tesis doctoral (Ferrer, 2003), se identificaron un total de 11 impactos ambientales adversos, catalogándose cuatro de ellos como de intensidad “alta” y “muy alta”, que se muestran en la tabla siguiente.

Impacto	Intensidad	Causas
Incendios forestales	Muy alta	- Descuidos de visitantes
Inadecuada gestión de la basura	Alta en campamentos libres Muy alta en refugios administrados por concesionarios	- Inexistencia de un servicio de gestión de residuos - Inadecuada preocupación de concesionarios - Conducta irresponsable de algunos visitantes
Erosión de suelos	Muy alta	- Uso intensivo de senderos - Mal trazado de los senderos
Degradación de los sitios de campismo	Alta	- Mal diseño y gestión de las instalaciones - Insuficiente control fiscalizador sobre las concesiones - Insuficiente vigilancia - Comportamiento irresponsable de los usuarios - Insuficiente dotación de campamentos

Tabla 1. Impactos de mayor intensidad y sus causas



## Percepción de la comunidad frente al desarrollo y los impactos

Una encuesta realizada en 1996 a trabajadores del rubro turístico en la ciudad de Puerto Natales, pertenecientes a un total de 40 establecimientos de diverso tipo, en-

tregó interesantes resultados acerca de las características principales de la actividad que desarrollan, así como con relación a su percepción del sector en la actualidad y en el futuro. A continuación se presentan algunas de las respuestas más significativas, en el contexto de esta evaluación:

- El lugar de residencia habitual del 94 % de los encuestados es Puerto Natales. Ello podría indicar que el sector turismo ha logrado captar personas oriundas de la ciudad, que se encontraban desocupadas o que se ha desplazado de otros rubros laborales, transformándose en un importante factor de arraigo local. Esta conclusión puede quedar confirmada por el hecho que el 62 % de los encuestados tuvo su primer empleo en Puerto Natales; a ello cabe agregar que el 42 % de ellos tenía menos de 30 años.

- También ligado a lo anterior, y evidenciando asimismo que el desarrollo del sector ha beneficiado directamente a grupos familiares, se constató que el 61 % de los encuestados tiene el mismo trabajo todo el año, lo que principalmente se explica por la existencia de establecimientos turísticos pequeños, atendidos por sus propios dueños o por familiares de estos.

- Un alto porcentaje, 86 %, consideró el trabajo turístico como positivo o muy positivo. Entre las razones para esta afirmación se mencionó el crecimiento cultural (40 %), y que el trato con las personas es estimulante (18 %). Estas respuestas parecen coherentes con la situación educacional relativamente baja de los encuestados, en que el 61 % presenta algún nivel de educación básica y media.

- En cuanto al grado de satisfacción actual que significa desempeñarse en el rubro turístico, éste es relativamente alto, por cuanto el 45 % de los encuestados señaló que le gustaría seguir desarrollando la misma actividad, a lo que cabe sumar un 16 %, que declaró su deseo de ser guía turístico.

- Con relación al futuro, partiendo de la base que el 58 % considera que el turismo en Puerto Natales ha crecido mucho, el 64 % estimó que el trabajo en este sector seguirá aumentando. Entre los motivos para opinar de este modo, se mencionó el desarrollo creciente de nueva infraestructura turística, la cada vez mayor presencia de visitantes y la mejor difusión del parque.

No obstante las positivas opiniones reflejadas en los aspectos anteriores, llama la atención que el 24 % de los encuestados consideró que Puerto Natales se verá afectado negativamente en el futuro, por el incremento de la actividad turística, basando su percepción en que habrá mas competencia y subirá el costo de la vida.

Además del grupo anterior, es del caso mencionar un 18 %, que indicó que puede haber mas desarrollo, pero que era necesario superar ciertos obstáculos y amenazas. En éste sentido, se identificó el hecho que Puerto Natales puede perder su condición de ciudad de apoyo al turismo que mayoritariamente tiene como destino Torres del Paine, debido a las siguientes causas:

a) se aprecia que está aumentando gradualmente la llegada de turistas a través de “tours” contratados directamente en Punta Arenas o Santiago, y que emplean hoteles localizados dentro o en la periferia del parque.

b) la construcción de un aeropuerto, cerca de la ciudad pero aledaño a la ruta al parque, haría más rápido el acceso a éste, eliminando o reduciendo la vinculación con Puerto Natales por servicios de alojamiento y comidas.

c) el creciente aumento en el número de turistas, podría llevar al desarrollo de mas infraestructura dentro o en las inmediaciones del parque, lo que afectaría el carácter de “naturaleza limpia” de la zona en general; con ello, se perjudicaría a su vez el flujo de visitantes, mayoritariamente extranjeros, que viajan motivados por los paisajes prístinos y el bajo nivel de desarrollo existente.

## Percepción de los visitantes sobre la calidad de los servicios ofrecidos

En marzo de 2008, por encargo de la entidad administradora del parque, se realizó la 4ª. evaluación de la calidad de los servicios ofrecidos por varias áreas protegidas, entre ellas, Torres del Paine, cuyos resultados principales se presentan y analizan a continuación.

La encuesta consideró un 85 % de extranjeros y un 15 % de nacionales, proporción que es concordante con aquella referida al origen de los visitantes que anualmente llega a la unidad. Como antecedente importante, cabe señalar que el tiempo promedio de permanencia de los entrevistados en el parque fue de cinco días, lo que asegura un buen conocimiento de éste y la utilización de los servicios ofrecidos. También es del caso destacar que para el 93 % de los encuestados era su primera visita al parque.

La evaluación de la infraestructura consideró 10 servicios. De ellos, cinco obtuvieron la mayor proporción de notas igual o inferior a cinco y que corresponden a: señalética educativa (65% de las notas), comodidad y servicios de hoteles (47%), implementación sectores merienda (45%), implementación sectores campismo (45%) y manejo de la basura (44%). Por su parte, dos servicios reciben la más alta proporción de notas 6 y 7 y que son: senderos de excursión (81%) e implementación de miradores (80%).

También se evaluó las actividades recreativas, destacándose el hecho que el 88 % de los encuestados considera que las que ofrece actualmente el parque son suficientes. Destacan con notas 6 y 7, la observación panorámica (98%), el Centro de Información Ambiental (93%) y los senderos-caminatas (90%).

En un aspecto más propio de la gestión, se evaluó cinco aspectos de la atención de los guardaparques, destacando con notas 6 y 7, amabilidad y actitud de atención (89%) y disposición para atender necesidades y requerimientos (79%). Sin embargo, destaca una evaluación negativa referida a la entrega de información completa a la entrada al parque, que obtuvo un 41 % de notas igual o bajo 4.

La evaluación de la experiencia de visitar el parque recibe notas 6 y 7 en el 89% de los casos. Ello es coherente con la tasa de recomendación de la visita, en que un 93% de los entrevistados señaló que definitivamente si lo recomendaría a otras personas.

En virtud que se han realizado tres evaluaciones precedentes, siendo la primera en 2002 y las siguientes en 2004 y 2006, resulta interesante analizar las variaciones de los resultados presentados anteriormente, con la evaluación 2006. Para ello, el estudio de 2008 construyó un indicador de Satisfacción Neta, que corresponde al porcentaje de calificaciones 6 y 7, al que se resta los porcentajes de insuficiencia, que corresponde a las notas 1 a 4. Así, como resultado de comparar 9 aspectos, se obtiene que el que muestra menor satisfacción es el referido al manejo de la basura, con un 33%, cayendo desde un 39% logrado en 2006. La mayoría de los restantes aspectos también baja, destacando, información entregada por guardaparques a la entrada a la unidad (varía de 79% a - 2%), disposición de los guardas para atender necesidades y requerimientos (varía de 97% a 74%) y letreros educativos y Centro de Educación Ambiental (varía de 61% a 39%). Cabe mencionar que el aspecto, servicios higiénicos y abastecimiento de agua, experimenta un alza significativa, variando de - 4% en 2006 a un 46% en 2008.

En el marco de la comparación de las evaluaciones de 2006 y 2008, resulta importante mencionar que en ese mismo período de tres años, el número de visitantes varió significativamente, registrando un aumento de 32%, sin duda una cifra muy alta para un lapso relativamente breve de tiempo. Surge aquí la interrogante si estará ello incidiendo de manera directa en la reducción del indicador de satisfacción neta para siete de los nueve aspectos evaluados. Estudios posteriores permitirán sacar conclusiones más sólidas al respecto y orientar la definición de las acciones que sean necesarias para detener y revertir la disminución, en caso que ella persista.

## **Torres del Paine como articulador de una reserva de la biosfera**

El Parque Nacional Torres del Paine fue declarado reserva de la biosfera por la UNESCO, en 1978. Sin embargo, en el marco de lo dispuesto en la Estrategia de Sevilla, adoptada en 1995 por la Conferencia General de la UNESCO, esta situación de equivalencia territorial con un área protegida no permite cumplir adecuadamente con las funciones ni zonificación establecida para las reservas vigentes en la actualidad.

Es así que con respecto a las tres funciones definidas en la estrategia aludida, esto es, conservación, desarrollo y apoyo logístico, el hecho que la reserva esté circunscrita solo a los terrenos que conforman el parque nacional, únicamente permite dar cuenta de la primera de las funciones mencionadas. Por otra parte, la limitación aludida también se manifiesta en la zonificación, ya que las reservas de la biosfera deberían estar conformadas por tres tipos de zonas: núcleo, tampón y de transición flexible (también denominada de uso múltiple); el parque nacional corresponde mas bien a la zona núcleo, no habiéndose definido por tanto las otras dos zonas, aunque ya se ha avanzado en una propuesta institucional sobre esta materia.

En virtud de lo expuesto, la adecuación de Torres del Paine al concepto actual de reserva de la biosfera, significará estudiar y proponer la ampliación de los límites de esta última, incorporando áreas que tienen vínculos estrechos con la zona núcleo, desde una perspectiva ambiental, económica y social. El propósito esencial de este esquema, es lograr que la nueva reserva de la biosfera que se establezca sea un modelo

de ordenación e integración del territorio, en que las acciones y normativas de conservación de la diversidad biológica, las actividades productivas de bienes y servicios, y los valores culturales asociados, se vinculen y potencien mutuamente, de manera que se garantice la estabilidad, crecimiento y valoración social de todo el conjunto.

En el caso de Torres del Paine, esto representa una necesidad que debe ser abordada en el corto plazo, por cuanto el rol relevante que hoy desempeña como parque nacional, desde el punto de vista ecológico, económico y cultural, requiere de la integración armónica con todo el entorno territorial con el cual mantiene una influencia recíproca, y en que los agentes públicos y privados, como asimismo las comunidades humanas involucradas, sean capaces de complementar sus capacidades, competencias, intereses y voluntades en pos de un desarrollo integral y permanente.

## Conclusión

Torres de Paine constituye una de las unidades más emblemáticas del sistema de áreas protegidas de Chile, representando desde varios puntos de vista, un buen ejemplo de la aplicación eficaz de políticas públicas, en que el éxito en la conservación de una muestra valiosa del patrimonio ambiental del país, origina un impacto significativo y creciente para la comunidad local en el ámbito social y económico.

Si bien mirando el pasado hay éxitos que mostrar, también es preciso estar muy atentos al futuro cercano, enfrentando adecuada y oportunamente las debilidades que se manifiestan en la actualidad. De esta manera, puede ser posible que siga manteniéndose por mucho tiempo el alto nivel de satisfacción y la disposición a recomendar la experiencia de visitar Torres del Paine que recogen periódicamente las encuestas. A este propósito puede contribuir significativamente su transformación en una verdadera reserva de biosfera, con el consiguiente beneficio para todo el conjunto territorial que se considere y en que el trabajo integrado de los ámbitos público y privado representa una condición indispensable para mantener y potenciar un servicio ecosistémico fundamental para la zona como es el turismo, en enfocado a la naturaleza.

## Bibliografía

Araya, Pedro. 2007. El impacto del turismo en la conservación de una reserva de la biosfera y el desarrollo de su zona de influencia. El caso de la reserva Torres del Paine. En: G. Halfpeter, S. Guevara & A. Melic (eds.), Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica, España, Vol. 6: 115-124.

Ferrer, Daniel. 2003. Conservación de la naturaleza y territorio en Chile. El Parque Nacional Torres del Paine y su área de influencia socioeconómica.

Opinión y Análisis, CONAF. 2008. Percepción de los servicios ofrecidos en las ASP 2008

Quantitativa Estudios Ambientales, CONAF. 2002. Percepción de imagen de usuarios de las áreas silvestres protegidas del Estado.

Villarreal, Pablo. 1997. Contribución de las áreas silvestres protegidas al desarrollo local. El caso del Parque Nacional Torres del Paine y la localidad de Puerto Natales.

# Reserva de la Biosfera La Amistad, Costa Rica. Gestión del turismo de alta montaña en el Parque Nacional Chirripó

OSCAR ESQUIVEL GARROTE

Con una extensión de 612,570 hectáreas equivalente a un 12.1 % del territorio nacional, la RBA esta constituida por el Parque Internacional La Amistad, el Parque Nacional Chirripó, la Reserva Biológica Hitoy Cerere, la Reserva Biológica Barbilla, la Reserva Forestal Río Macho, el Parque Nacional Tapantí Macizo Cerro de La Muerte (antes Refugio de Vida Silvestre Tapantí), la Zona Protectora Las Tablas, las Reservas Indígenas Ujarrás, Salitre y Cabagra de la Vertiente Pacífica, las Reservas Indígenas de Talamanca, Taynín, Telire y Chirripó de la Vertiente Caribe y el Jardín Botánico Robert y Catherine Wilson en San Vito de Java (Fuente: MIRENEM, 1990)



La Reserva de La Biosfera La Amistad es un conjunto continuo de áreas silvestres protegidas, que actúa como un gran corredor biológico tanto altitudinal, que divide la Vertiente del Pacífico de la del Caribe, como longitudinal a todo lo largo de la Cordillera de Talamanca, ubicada al sureste de Costa Rica (MIRENEM, 1990).

La RBA, se presenta como la masa de bosque natural más extensa de Costa Rica, que al cubrir tierras bajas como de gran altura, le permite ofrecer una gran diversidad biológica de organismos y hábitat. La presencia de bosques nubosos de altura conformados por robledales, bosques muy húmedos y lluviosos, junto con los páramos y ciénegas de altura, actúan como el hogar más de 10.000 especies de plantas superiores y más del 75 % de los taxos de la fauna nacional que incluye especies en

oscar.esquivel@sinac.go.cr  
Administrador  
Parque Nacional Chirripó

peligro de extinción. Por sus rangos de altitud y lo accidentado de su relieve la RBA ofrece posibilidades muy altas de endemismo y asociaciones, que por su inaccesibilidad aún no han sido estudiadas.

Desde el punto de vista humano, la RBA se ha convertido en el territorio con la mayor concentración de comunidades indígenas, en especial los pueblos Cábecar y Bribri, con una población estimada de 17.500 personas (MIRENEM,1990) cuya subsistencia se basa en agricultura de banano, plátano, cacao, yuca, algo de granos básicos combinados con el mantenimiento de cerdos y gallinas. En la actualidad el trabajo ocasional como peones ha venido a fortalecer el nivel de ocupación e ingresos. Aunque el país ha venido realizando esfuerzos por ofrecer mayores servicios y facilidades a estos grupos, son reconocidos los problemas de salud, educación y analfabetismo en esas comunidades, quienes además se ven cada vez más influenciados por los procesos de aculturación.

Lo trascendental de la RBA, designada por la UNESCO en 1982, estriba en su riqueza de elementos culturales, su gran biodiversidad, la gran producción de agua de alta calidad de sus cuencas hidrográficas, aspectos que además dieron origen a que en 1983 fuera incluida dentro de la lista de Sitios de Patrimonio Mundial.

## El Parque Nacional Chirripó, zona núcleo de la RBA

El Parque Nacional Chirripó representa el punto más alto de la Cordillera de Talamanca, en el que se protege parte del páramo más septentrional del continente americano. Junto con el Parque Internacional La Amistad (PILA) que también posee páramos en la cima del Cerro Kámuk, constituyen parte de la RBA. El PILA se ha venido tratando de orientar a un uso con énfasis en la investigación científica y el turismo rural en las comunidades no indígenas aledañas; el Parque Nacional Chirripó se ha caracterizado por una apertura hacia el turismo de alta montaña, lo cual ha dado lugar a una dinámica especial en el manejo de esta Área Silvestre Protegida, basado en las relaciones de coordinación comunal para la atención requerida por los turistas que desean escalar la cima de Costa Rica.

Por sus rasgos sobresalientes, la creación del Parque Nacional Chirripó en 1975, obedeció al interés y esfuerzo de vecinos de la comunidad, científicos, estudiantes universitarios y funcionarios de lo que fuera el Servicio de Parques Nacionales de Costa Rica (Chaverri & Esquivel, 2005).

**Localización:** Zona Núcleo de la Reserva de la Biosfera la Amistad en la Cordillera de Talamanca, en el sureste de Costa Rica, al este del Valle de El General.

**Extensión:** 50.150 ha

**Atractivos:**

- La montaña más alta del país con 3.820 msnm conocida como Tierra de Las Aguas Eternas
- La mayor extensión de páramo de Mesoamérica
- Geomorfología de origen glaciar.
- Reúne la mayor cantidad de lagos de origen glaciar y a mayor altitud de Costa Rica.
- Hábitat de animales en peligro de extinción
- Paisajes extraordinarios.
- Largas caminatas sobre diversos pisos altitudinales y ecosistemas de altura.

**Objetivos**

1. Proteger las cuencas hidrográficas para mantener la producción de agua y evitar la erosión.
2. Proteger los rasgos geológicos y geomorfológicos ocasionados por glaciaciones ocurridas en el Pleistoceno
3. Proteger el páramo más extenso del país
4. Asegurar la conservación de sus características bióticas y abióticas que dieron origen a su creación.
5. Ofrecer un ambiente natural, agradable, placentero y seguro para los visitantes.

Fuente: Plan de Manejo Chirripó, 1991

En la parte superior del parque sobre los 3000 msnm el visitante se encuentra con paisajes excepcionales cuya belleza escénica se ha convertido en un gran valor y atractivo para el turismo de aventura y la recreación (Fürst & Moreno, 2004), llegando incluso a adquirir valores de interés místico muy especiales para los turistas que lo visitan. Los más de 30 lagos de origen glaciar, formaciones rocosas como los Crestones y una vegetación achaparrada propia de los páramos, con sus diferentes adaptaciones y modificaciones para soportar heladas nocturnas y alta radiación solar, han venido a despertar una gran demanda por culminar el ascenso, reto por el cual se debe hacer largas caminatas, soportar temperaturas y vientos congelantes y transportar pesadas cargas a la espalda.

Desde su creación, el Parque Nacional Chirripó ha presentado un aumento en el número de visitantes, teniéndose registrados 129 turistas en 1976, con un fuerte incremento en 1995 en el que la visitación alcanzó un pico de 8.409 visitantes (Chaverri & Esquivel, 2005). Para el año 2005 la visitación se ubicó en el ámbito de los 5.500 a 6.000 personas (Parque Nacional Chirripó, 2005), debido a que se puso en práctica medidas precautorias resultantes de un análisis realizado al estudio de capacidad de carga presentado en el 2004, en donde se llegó a la conclusión de que la visitación anual esperada no debería exceder a las 6.000 personas (Esquivel, 2005) para tratar de garantizar la integridad de los ecosistemas y buscar un equilibrio con las actividades socioeconómicas relacionadas a la existencia del Parque. Así por ejemplo, en el 2008 se registró una visitación de 5.457 personas, de las cuales 3.793 fueron costarricenses y 1.664 extranjeras (Parque Nacional Chirripó, 2008)

Antes de la creación del Parque la economía de las comunidades aledañas se basaba en la agricultura y ganadería, en ocasiones afectando los bosque, el suelo, las fuentes de agua y la diversidad, lo que motivó al establecimiento de esta Área Silvestre Protegida, con la máxima de proteger las fuentes de agua, el páramo, los bosques nubosos de altura conformados por robledales, las cuencas hidrográficas y el hábitat de animales en peligro de extinción como los felinos, la danta y el quetzal.

En esa época, 1975, cuando investigadores y montañeros requerían trasladar cargas (alimentos, tiendas de acampar, equipaje, herramientas y equipo especializado) a la cima, por las difíciles condiciones del ascenso, contrataban los servicios de hombres y en ocasiones sus caballos. Esos primeros baqueanos y porteadores sin saberlo estaban dando origen a una nueva fuente de trabajo a las futuras generaciones, ya que con el establecimiento del Parque se va a promover más la actividad turística y científica a la parte alta. La cantidad de visitantes que necesitan el soporte logístico, la fuerza y conocimiento por parte de los vecinos de la comunidad de Herradura, San Gerardo y Canáan, con el fin de tener mayor seguridad y cumplir de manera más eficiente los objetivos del viaje, ha venido en aumento, fortaleciendo esa actividad, hasta el punto que se ha constituido en una importante base de la economía de esas comunidades.

Conforme pasó el tiempo, este grupo de personas dedicados a transportar cargas empezaron a denominarse “baquianos, arrieros” y más recientemente “porteadores”. La función del baquiano es evitar extravíos en las caminatas de ascenso que antaño tardaban hasta 3 días, los arrieros se encargan de trasladar en el lomo de sus caballos las cargas más pesadas y los porteadores llevan en sus espaldas otras cargas que por

lo inaccesible del trayecto es difícil hacerlo en los caballos. A partir del año 1987 se sintió que la actividad era rentable y de manera desorganizada empezó a surgir la competencia propia de la oferta y la demanda, siendo en el año de 1988, en que “La administración del Parque por medio de la colaboración del funcionario Oscar Esquivel Garrote, que insta a los arrieros a organizarse de forma que puedan obtener más beneficios y regular la actividad” (Arias & Navarro & Núñez, 1997), que nace el Comité de Arrieros, Guías y Porteadores con un grupo de 12 personas. Hoy en día el grupo lo conforman 40 personas y se denominan Asociación de Arrieros, Guías y Porteadores de San Gerardo.



Autor: Rolando Zuñiga

Los Crestones



Autor: Jorge Barquero

Servicio de transporte de cargas realizado por la Asociación

Conforme el auge del turismo se fue ampliando, también aumentó el número de viajes a cargo del Comité de Arrieros, Guías y Porteadores de San Gerardo, quienes a través del tiempo han obtenido grandes beneficios económicos a raíz de la existencia del Parque Nacional Chirripó. Esta situación ha inducido a un cambio en las actividades económicas de las comunidades de Herradura, San Gerardo y Canaán en donde se combina la agricultura, la ganadería, la hotelería, el servicio de guías arrieros y porteadores, venta de comida, y hasta el turismo deportivo mediante una Carrera al Chirripó que cubre una distancia de 32 kilómetros en la que los ganadores hacen un tiempo de competición de 3 horas y 14 minutos, que se ha convertido en un gran atractivo. Según el estudio realizado en el 2004 por Fürst & Moreno “cada porteador recibe aproximadamente ¢ 588.000 colones (US \$ 141.74) de ingreso al año, cada arriero ¢ 300.000 colones (US \$ 582.52) al año y cada guía ¢ 223.440 (US \$ 433.86). En total, esta actividad generó un ingreso de 1.111.440 colones (US \$ 2.158.13), quedándose en la zona como aporte al desarrollo local.

Esta alternativa para la economía local ha tenido tanto peso, que es una motivación que de alguna manera vino a sostener las intenciones de varios padres de familia que ante la falta de empleo han pensado en la posibilidad de emigrar para los Estados Unidos de Norteamérica en busca de mejores oportunidades salariales. Este ingreso en muchos casos ha pasado de ser una extra y se ha transformado en parte del eje de la economía familiar con lo que se cubren gastos relacionados con estudios de primaria y secundaria, pago de préstamos y la manutención del hogar (Garita, Com. pers).

Sí bien es cierto que los beneficios asociados a la existencia del Parque han ido en aumento, también es cierto que el aumento de la demanda por subir a la parte alta del Chirripó ha ocasionado otras externalidades, cuyo impacto se debe sopesar de manera que en el largo plazo no lleguen a tornarse irreversibles, y pueda el ecosistema seguir aportando los servicios ambientales y las oportunidades de recreación espiritual por las que esta ASP fue creada. Entre los problemas derivados del turismo se ha identificado la necesidad de realizar acciones conducentes a minimizar el riesgo de incendios forestales, manejo de desechos sólidos, erosión en la red de senderos, manejo adecuado de aguas negras, exceso de la demanda turística, transformación cultural de las nuevas generaciones locales por influencia de visitantes extranjeros. De las anteriores, los incendios forestales y el manejo de desechos sólidos se han convertido en el punto central de las acciones desarrolladas para minimizar las posibilidades de que su frecuencia o efecto acumulativo sobre el ecosistema llegue a tornarse en un factor que desmotive a los visitantes a volver y que la salud de los ecosistemas se llegue a estresar.

Con el fin de mitigar los impactos negativos, la Administración del Parque, en estrecha coordinación con la Asociación de Arrieros y el apoyo de otras instituciones, ha puesto en práctica las siguientes medidas que están incluidas dentro de un convenio firmado entre la Asociación de Arrieros y el Ministerio del Ambiente y Energía:

1. Los miembros de la Asociación deben ser vecinos de las comunidades aledañas, de manera tal que los beneficios directos impacten o sean absorbidos por la economía local.
2. Conformación de una brigada de Bomberos Forestales Voluntarios para el control de incendios forestales integrada por los miembros de la Asociación, quie-

nes han recibido capacitación sobre ese tema, de manera que su participación en la prevención y control sea más eficiente y segura.

3. Capacitación de los arrieros buscando que se conviertan en guías naturalistas , de manera que amplíen la oferta de servicios y el conocimiento de los recursos existentes en el Parque, permitiendo con ello mayor posibilidad de educar a los turistas a través de la información brindada.

4. Mantenimiento de la red de senderos mediante mano de obra voluntaria, a efectos de minimizar la erosión, eliminar obstáculos causados por derrumbes o por la caída natural de árboles, traslado a caballo de enfermos o personas accidentadas.

5. Traslado gratuito de desechos sólidos fuera de los límites del Parque, que de acuerdo a los registros se producen en promedio hasta 30 kilos de desechos diarios que se deben pesar, empaquetar y trasladar (Esquivel & Núñez, 1996). El volumen anual de desechos oscila en unos 10.800 kilos, cuyo costo de traslado es internalizado por parte de los arrieros actuando como una compensación ante el uso del parque para sus intereses económicos.

6. Un sistema de sanción moral a los asociados que incurran en acciones contra el ambiente tales como cacería, quemas, tala, mediante las cuales se le suspende la posibilidad, hasta por dos meses, de practicar toda actividad de atención al turismo con lo que deja de percibir recursos económicos, situación interpretada como una sanción moral , pues resulta vergonzoso dar explicaciones del ¿ Por qué no ha vuelto a trabajar ?, cuando casi todos saben que fue por infringir la ley ambiental, o bien porque no acató parte de las regulaciones del reglamento de operación de la Asociación de Arrieros.

7. Debido a que el ingreso al Parque únicamente se puede realizar a pie o a caballo, cubriendo una distancia de 14,5 kilómetros, se redujo el ingreso de caballos para trasladar la logística requerida por la Administración del Parque para la atención de turistas, a 3 días por semana. Esto incluye transporte de gasolina y lubricantes para el generador eléctrico, repuestos, gas para cocinar los alimentos de los funcionarios, equipo, herramientas, medicinas y todo lo relacionado con materiales y suministros requeridos para la limpieza de las instalaciones. En el pasado no hubo límite al número de caballos y dependía de la demanda y las necesidades de los visitantes. Posteriormente en el Plan de Manejo elaborado en 1991, se incluyó el criterio de que el uso de caballos dentro del Parque debía ser regulado con base en estudios apropiados y que estos debían subir y bajar el mismo día de su ingreso ( Bravo, J. 1991).

La identificación de carácter casi simbiótica, entre los baquianos, arrieros, porteadores y el Cerro Chirripó, ahora convertido en Parque Nacional, ha dado lugar al nacimiento de una leyenda, en la que los arrieros se han convertido en un elemento cultural que no se puede separar de la razón antropológica en el existir del Parque, denominado como la Tierra de Las Aguas Eternas. Hoy en día como antaño no se puede concebir al Chirripó sin la figura del baquiano y su caballo, sin la cual no se hubiera conquistado la montaña y la gestión de esta Área Silvestre Protegida sería casi imposible.

Los beneficios que se derivan de los recursos naturales y culturales que el Parque Nacional Chirripó contiene, se han llegado a convertir en un eje fundamental para el desarrollo y bienestar de un grupo de hombres y sus familias que suben y bajan del

Chirripó halando pesadas cargas, e incluso acumulando miles de kilómetros como el caso de José Luis Garita Romero, quien en sus más de 30 años de caminar entre San Gerardo de Rivas y el Chirripó, se estima que habría dado dos veces la vuelta al mundo, con un equivalente a más de 96.500 kilómetros de andar por los senderos del bosque nuboso, el páramo y los trillos de su comunidad natal (Garita, Com. pers.).

## **Beneficios generales relacionados con la existencia de la Reserva de La Biosfera La Amistad**

Dentro de los valores directos e indirectos derivados de la existencia y manejo del Parque Nacional Chirripó, y que por extensión se aplica al resto de la Reserva de La Biosfera La Amistad Talamanca, debemos incluir aspectos ecológicos y culturales, como aquellos valores derivados de los diferentes tipos de uso permitidos que contribuye en lo económico, lo social, lo científico, lo educativo y lo espiritual; aspectos que además adquieren un carácter socio político que muchas veces influye en la toma de decisiones relacionadas con las inversiones gubernamentales y privadas. Estas circunstancias han venido a facilitar el crecimiento y el desarrollo turístico local (turismo rural) en la zona de amortiguamiento de la RBA Sector Pacífico, con lo que se ha logrado el mejoramiento de caminos de acceso, dotación de mejores servicios y facilidades tecnológicas como servicio eléctrico, acueductos, teléfonos, correo electrónico, impulso de actividades micro empresariales, educación ambiental, establecimiento de políticas para el manejo compartido de Áreas Silvestres Protegidas, prioridad para el Pago de Servicios Ambientales (PSA), acceso a fuentes de agua de alta calidad para acueductos rurales, plusvalía en crecimiento de las propiedades aledañas, creación de fuentes alternativas de empleo, y un gran prestigio para el país por sus esfuerzos de conservación y participación de las comunidades en el manejo de Áreas Silvestres Protegidas, lo que le ha valido para ser destino de una serie de contribuciones a nivel internacional orientadas a fortalecer las externalidades positivas y minimizar las negativas que de ese proceso han surgido.

El reto de continuar por el mejor camino es grande y para ello se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La región se caracteriza por su generosidad en recursos naturales y culturales que aportan servicios ambientales esenciales para la vida en general, que deben armonizarse procurando que el paisaje del futuro no esté inundado de infraestructura innecesaria que llegue a fragmentar los corredores biológicos y afectar la salud de los ecosistemas, de la cual depende la del mismo hombre. De ahí que el Pago de Servicios Ambientales (PSA) vendrá a jugar un papel clave en su mantenimiento, lo mismo que la ejecución de los Planes Reguladores para el ordenamiento territorial en la zona de amortiguamiento de la RBA.

2. El disfrute de la belleza escénica de la macro región de la Cordillera de Talamanca no tienen que supeditarse al ascenso a la cima del Chirripó y otras cumbres de la Cordillera. Esta vasta región posee un gran potencial que puede ser aprovechado para el desarrollo de actividades como el turismo rural y deportivo fuera de los límites de los Parques que conforman la Reserva de La Biosfera La Amistad, procurando sacarle provecho a las relaciones amigables histórico-culturales entre el hombre y la

naturaleza. Se debe tener en cuenta que el hombre no sólo debe cuidar el ambiente, sino también que debe cuidarse a sí mismo enriqueciendo con ello su espíritu con aquellas cosas que sólo en su contacto directo con la naturaleza puede encontrar.

3. Se considera que por su inaccesibilidad, la Región de Talamanca no ha facilitado la investigación científica en la profundidad que se requiere. De ahí que la promoción de la investigación debe ser un requisito para contar con un mayor conocimiento para que las decisiones tomadas no lleguen a basarse únicamente en la intuición ante la falta de información.

4. Previo a cualquier decisión de uso de los recursos de la región se debe contar con las evaluaciones de impacto ambiental que eliminen los riesgos en las acciones que se impulsen para que no lleguen a impactar irreversiblemente. Las decisiones finales deben ser participativas.

5. Debido a las abundantes fuentes de agua en ambas vertientes de la Cordillera de Talamanca con un excelente estado de conservación, parece indicar que su aprovechamiento como agua potable, hidroeléctrica, industrial y agropecuaria contribuirán a mejorar la calidad de vida y el bienestar de los habitantes no solo de la región sino del país.

6. Se ha detectado una tendencia ante la falta de fuentes de empleo, en las que comunidades aledañas y empresas turísticas buscan mecanismos de presión para abrir nuevas rutas de acceso a los Parques Nacionales de la Cordillera, sin ninguna consideración sobre la capacidad de carga para el ecosistema e infraestructura existente. También se ha observado un turismo ilegal que pasa por Territorios Indígenas, irrespetando el Convenio Internacional 169, que le otorga autonomía a los Pueblos Indígenas del mundo. Se debe consultar a los habitantes de esos pueblos si aprobarían esas intenciones, porque cualquier decisión unilateral que tome el Gobierno ante las presiones de empresas interesadas, implica que se está decidiendo por ellos. Por lo tanto son los Pueblos Indígenas Cábecar y Bri- Bri quienes deben analizar si es conveniente o no involucrarse en actividades de turismo en la Cordillera de Talamanca.

7. Se debe promover investigaciones para cuantificar los beneficios económicos derivados de la existencia de la Reserva de la Biosfera La Amistad Talamanca. Un buen ejemplo es el caso del Parque Nacional Chirripó, donde se llegó a determinar que en el año 2002 se generaron aproximadamente 243 millones de colones producto de una serie transacciones directa e indirectamente relacionadas con el Parque, tanto desde el punto de vista formal como informal. Las comunidades vecinas se beneficiaron, en especial la de San Gerardo, con 62,5 millones de colones (US \$ 121.359,22), en razón de los valores de existencia, conservación y actividades de turismo asociadas con el Chirripó (Para mayor detalle véase Fürst & Moreno, 2004).

## Bibliografía

Arias N, A & Navarro Z,G & Núñez S, D. 1997. Análisis de la Actividad de la Asociación de Arrieros y su relación en la Planificación del Parque Nacional Chirripó. UNED.; Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Pérez Zeledón, Costa Rica.

Barquero, J. 2006. La Majestuosa cima de Costa Rica: El macizo Chirripó. San José, Costa Rica.

Bravo, J & Chaverri,A & Solano, G. 1991. Plan de Manejo del Parque Nacional Chirripó. UNA, SPN, IGN. San José, Costa Rica.

Chaverri & Esquivel. 2005. “Conservación, visitación y Manejo del Parque Nacional Chirripó, Costa Rica” en “Páramos de Costa Rica” editado por Maarten Kappelle t Sally P Horn. 1ª Edición. INBio.SINAC.Wotro.TNC. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Esquivel Garrote, O. 2005. Informe del Taller para la determinación del número de personas que deben ingresar al Parque Nacional Chirripo. MINAE, ACLA P. San Gerardo de Rivas, Pérez Zeledón Costa Rica.

Esquivel G, O & Núñez, S, D.1996. Plan de Acción para el Manejo de Desechos Sólidos en el Parque Nacional Chirripó y comunidades aledañas relacionadas con el Turismo. UNED.; Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Pérez Zeledón, Costa Rica.

Fürst, E & Moreno y otros, 2004. Desarrollo y Conservación en Interacción: ¿Cómo y en Cuánto se Benefician la Economía y la Comunidad de las Areas Silvestres Protegidas en Costa Rica. Informe final del proyecto inter-institucional INBio-CINPE . “Sistematización Análisis del Aporte de los Parques Nacionales y Reservas Biológicas al Desarrollo Económico y Social en Costa Rica: los casos del Parque Nacional Chirripó, Parque Nacional Cahuita y Parque Nacional Volcán Poás”. Heredia, Costa Rica.

Garita R, JL. 2006. Comunicación personal.

Mena,V P,G. Medina y R. Hofstede, 2001. Los páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala/Proyecto Páramo Quito.

MIRENEM. 1990. Estrategia para el Desarrollo Institucional de la Reserva de la Biosfera “La Amistad”. CI.RBA.OEA. Gobierno de Costa Rica.

MINAE. 2001. Convenio MINAE y la Asociación de Arrieros Guías y Porteadores de San Gerardo de Rivas. Costa Rica.

Parque Nacional Chirripó. 2005. Registro de datos de visitación. MINAE. ACLA  
P. San Gerardo de Rivas Pérez Zeledón. Costa Rica.

Parque Nacional Chirripó. 2008. Registro de datos de visitación. MINAE. ACLA  
P. San Gerardo de Rivas Pérez Zeledón. Costa Rica

# Bienes y servicios ecosistémicos en las reservas de biosfera del Ecuador

## 1. Red Nacional de Reservas de Biosfera del Ecuador

El Ministerio del Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional, viene desarrollando un proceso de incorporación de actores relevantes de la sociedad civil al manejo de las áreas protegidas y en este sentido también ha impulsado la conformación y funcionamiento de una Red Nacional de Reservas de Biosfera, RNRB.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las cuatro Reservas de Biosfera del Ecuador

En la normativa ecuatoriana, las Reservas de Biosfera, RB, están reconocidas por Acuerdo Ministerial 168 publicado en el Registro Oficial 481 del 4 de Diciembre del 2008. El Marco Estatutario de la Red Mundial de Reservas de Biosfera, define a las RB como “zonas de ecosistemas terrestres o costeros/marinos, o una combinación de los mismos, reconocidas en el plano internacional como tales en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MaB) de la UNESCO”.

La función principal de estos espacios es la conjugación armónica de la conservación de la biodiversidad y el desarrollo económico humano. En este marco, el Ministerio del Ambiente ha apoyado en la preparación de las declaratorias, como en el seguimiento a las actividades en las cuatro Reservas de la Biosfera con que cuenta el país.

La característica común de estas zonas, es tener como sus áreas núcleo a los Parques Nacionales. Este es el caso de la Reserva de Biosfera de Galápagos (PN Galápagos), la Reserva de Biosfera Yasuní (PN Yasuní), la Reserva de Biosfera Sumaco (PN Sumaco Napo Galeras) y la Reserva de Biosfera Podocarpus - El Cónдор (PN Podocarpus).

Cristina Rosero  
Isidro Gutiérrez  
Dirección Nacional de Biodiversidad, Ministerio del Ambiente Ecuador

Nombre de la Reserva de Biosfera	Año de creación	Superficie total (hectáreas)	Superficie área núcleo (hectáreas)	Habitantes / origen
Galápagos	1984	14.000.000	693.700	20.000 Colonos
Yasuní	1989	1.600.000	982.000	Kichwa, Hoaorani, Tagaeri, Taromenane, Colonos
Sumaco	2000	931.930	205.249	108.000 70% Kichwas 30% Colonos
Podocarpus - El Cóndor	2007	1.140.000	146.280	270.000 Saraguros, Shuar, Colonos

Datos generales de las Reservas de Biosfera del Ecuador

La Red Nacional de Reservas de Biosfera en el Ecuador está liderada por el Ministerio del Ambiente y es un grupo de trabajo con carácter interdisciplinario e interinstitucional. Esta Red Nacional es de conformación pública - privada – comunitaria y tiene por objeto promover el cumplimiento de la Estrategia de Sevilla, el Marco Estatutario de la Red Mundial de Reservas de Biosfera y demás documentos vinculantes para el país.

El Ministerio del Ambiente está en un proceso de consolidar la institucionalidad de la Red, específicamente con la reestructura del Comité Nacional MAB. Esto responde al cumplimiento del Plan de Acción presentado por el Ecuador a la UNESCO en Marzo del 2009, como también a que se convierta este Comité como una instancia de soporte técnico y asesor de las Reservas de Biosfera, integrándose de manera activa en los Comités de Gestión y apoyando al cumplimiento de los objetivos de estos espacios.

El Ecuador está decidido en seguir adelante con las metas propuestas y aprovechar el reconocimiento internacional, generando una oportunidad para que se valore lo que tenemos, toda vez que contamos con maravillosos recursos naturales, cimiento del desarrollo de nuestras culturas.

Con el apoyo de las instituciones locales se está trabajando gradualmente en la formación de la conciencia ciudadana para que se apropie la población y apoye las acciones encaminadas al desarrollo social, tomando en cuenta el mantenimiento de la naturaleza y el respeto a las culturas y sus tradiciones.

## 1.1 Objetivos de la Red

- Constituirse en la instancia de representación y coordinación de las Reservas de Biosfera ante el Comité Nacional MaB, conformando este último de acuerdo al documento “Directrices de la UNESCO para el establecimiento de Comités Nacionales MAB”, en vigencia.
- Apoyar al Estado ecuatoriano a nivel de asistencia técnica, en la gestión de las

Reservas de Biosfera y desarrollo de lineamientos estratégicos para el establecimiento de nuevas Reservas de Biosfera.

- Promover y apoyar la incorporación del concepto integral “conservación y desarrollo” en el marco de Reservas de Biosfera.
- Apoyar a los actores vinculados con la gestión de las Reservas de Biosfera en la articulación de sus roles.
- Vincular la gestión de las Reservas de Biosfera con redes sectoriales.

## **1.2 Líneas de acción**

- Institucionalidad nacional y local para el fortalecimiento de los comités de gestión locales y la reestructura del Comité Nacional MaB.
- Fortalecimiento de capacidades, intercambio de experiencias e información entre RB, en el marco de las tres funciones: conservación, desarrollo sostenible y apoyo logístico.
- Promover la inserción de Planes de Acción de Reservas de Biosfera en Planes de Desarrollo a nivel local – nacional – regional – indígenas, etc.
- Seguimiento y Monitoreo del plan de acción de la Red.

## **1.3 Bibliografía**

- [www.unesco.org](http://www.unesco.org), 2009
- Ministerio del Ambiente, memoria de la II reunión de Reserva de Biosfera del Ecuador, (constitución de la Red Nacional de Reservas de Biosfera del Ecuador) Tena 2008.
- Ministerio del Ambiente, memoria de la IV reunión de la Red de Reservas de Biosfera del Ecuador (estructura del Plan de Acción y líneas de la Red), Coca, 2009.
- Reservas de Biosfera Iberoamericanas, 2008. IBEROMaB Red de Comités Nacionales MaB y Reservas de Biosfera de Iberoamérica.

## 2. Bienes y servicios eco sistémicos en la Reserva de Biosfera Yasuní (RBY)

### 2.1 La Reserva de la Biosfera Yasuní (RBY)

La RBY fue declarada por la UNESCO en 1989 con dos millones de hectáreas aproximadamente. Su área núcleo, el Parque Nacional Yasuní (PNY) es el área protegida más grande del Ecuador continental, considerado uno de los de mayor diversidad genética del planeta, ya que el número y variedad de especies que posee es superior a cualquier otro ecosistema terrestre.

El PNY está calificado científicamente como Refugio del Pleistoceno (Napo-Ucayali), y en su interior habitan pueblos de las nacionalidades Kichwa y Huaorani. Dos clanes del Pueblo Huaorani, los Tagaeri y Taromenane, se hallan en un aislamiento voluntario, manteniendo su espacio de reproducción cultural. La RBY es un territorio complejo, con grandes contrastes, expresados en la riqueza de su patrimonio natural y cultural, la existencia de grandes yacimientos de petróleo, los altos niveles de pobreza, la agricultura y la cacería con fines comerciales.



Figura 2. Ubicación geográfica de las Reserva de Biosfera Yasuni

En las zonas de la RBY que cuentan con acceso vehicular, existen 73.754 hectáreas de pastizales y aproximadamente 35.942 cabezas de ganado (FOES – REGAL 2008).

En los últimos años, la cacería de subsistencia (permitida por la legislación nacional) se ha convertido en una cacería comercial, produciendo grandes estragos en las po-

Ubilden Farias, Director Provincial Orellana, Ministerio del Ambiente  
Paul Maldonado, Coordinador Programa Yasuní, Ministerio del Ambiente

blaciones de la fauna (especialmente mamíferos y peces). En el mercado de Pompeya (ribera del Río Napo) se comercializa entre 13.000 y 14.000 kilogramos de carne por año, de los cuales el 69% proviene de mamíferos y 29% de peces (WCS, 2007).

## 2.2 Inventario de bienes y servicios de la Reserva de Biosfera Yasuní

El estudio de valoración económica realizado por Azqueta (2002) en la Amazonía norte del Ecuador, identifica cuatro funciones de los bosques: (i) la provisión de madera y la oferta de productos forestales no madereros (PFNM); (ii) prevención de la erosión y protección de cuencas y como depósito de carbono; (iii) valores de opción y de existencia relacionado al disfrute por parte de las generaciones futuras; y, (iv) un potencial para el desarrollo turístico.

En la RBY interactúan la vegetación, el agua, la fauna, la energía solar, el aire, produciendo diversos servicios eco sistémicos.

En el Anexo 1 se identifican siete tipos de servicios eco sistémicos en la RBY. Todos los que han sido identificados tienen un consumo familiar: la madera, los PFNM y los recursos hídricos se usan en el ámbito comunal; la madera, los PFNM, los recursos hídricos (pescado y transporte), los productos de cultivos (café, cacao), ganadería (carne y leche) y las chakras (yuca, cacao), se venden en las cabeceras cantonales de Coca y Nuevo Rocafuerte. A nivel nacional se vende la madera, el cacao, café, carne y PFNM-artesanías a Quito, además se utiliza el río Napo como transporte para turistas, trabajadores e investigadores nacionales.

Los recursos hídricos son importantes a nivel de la cuenca amazónica; utilizan los ríos para las conexiones fluviales para el intercambio comercial y turístico. Las artesanías, los humedales, las culturas locales y los recursos genéticos son de interés y uso mundial.

La interrelación de los servicios de provisión antes referidos, producen servicios de regulación y servicios culturales como se describe en el anexo 2. Estos dos últimos servicios eco sistémicos tienen un aprovechamiento familiar, comunal, cantonal, nacional, a nivel de la cuenca amazónica y en el ámbito internacional, sin que necesariamente los usuarios estén pagando por ellos.

## 2.3 Mecanismos de compensación para la generación de servicios eco sistémicos

### a) Incentivos para cambio de uso de suelo y generación de cultural forestal

Los actores locales que interviene en el Comité de Gestión de la RBY con el apoyo de organizaciones cooperantes tales como el Programa Yasuní del Ministerio del Ambiente han planificado como mecanismo de compensación para la generación de servicios eco sistémicos la reconversión del suelo, desarrollando cultivos forestales para el mercado y que se convierta en una práctica competitiva frente a la expansión ganadera. Este mecanismo contempla dos estrategias claves:

- Cultivo de árboles en el medio y largo plazos, que disminuya la presión de extracción de madera del bosques nativo y cubra la demanda del mercado, y,
- Desarrollo de acciones compensatorias para disminuir áreas con uso actual

ganadero e incorporar las tierras hacia cultivos forestales.

Las acciones apuntan a superar en el mediano plazo el costo de oportunidad de la ganadería; establecer acuerdos con las familias para reducir áreas de ganadería y realizar un manejo intensivo del ganado y con ello, dar la oportunidad de establecer cultivos forestales comerciales en las áreas destinadas para la reconversión de suelos.

Dichas estrategias involucran a los gobiernos locales y la sociedad civil (asociada en el Comité de Gestión RBY), para facilitar la institucionalización de un programa de incentivos y compensación que promueva y de sostenibilidad al cultivo forestal con el propósito de reemplazar la oferta de madera proveniente del bosque nativo.

b) Desarrollo de un programa participativo de extensión para el manejo de fauna silvestre

El manejo comunitario de fauna silvestre (MCFS) se plantea con un enfoque en la sustentabilidad de la cacería de subsistencia, a través de la extensión basada en acciones de motivación, investigación y capacitación comunitaria, que fortalezca las capacidades comunitarias para planificar, ejecutar, evaluar e innovar metodologías participativas y tecnologías productivas.

El programa de extensión plantea dos etapas:

La primera: Un equipo técnico especializado trabaja con la comunidad en tres aspectos básicos: (i) Investigación participativa de la tasa de producción anual de las principales especies de fauna preferidas para cacería; (ii) Motivar y formar promotores/as comunales en manejo de fauna silvestre; y, (iii) Definir áreas de protección-fuente, cuotas de cacería sostenible, sanciones, seguimiento y evaluación (reglamento), articulados a un plan de manejo comunitario de fauna silvestre.

La segunda: Ejecución de los planes de manejo con acciones prácticas propuestas a través de acciones: (i) Monitoreo a las actividades de cacería, al cumplimiento de acuerdos/compromisos y mantener espacios de evaluación comunitaria; (ii) Apoyo al establecimiento de prácticas agroforestales con énfasis en especies que faciliten los ciclos de reproducción de fauna local; y, (iii) Conservación de espacios complementarios para la reproducción de fauna local (saladeros).

## Anexo 1. Servicios eco sistémicos identificados en la RBY

Servicios eco sistémicos	Aprovechamiento				Global
	Familiar	Comunal	Cantonal	Nacional	
<p><b>1. Madera</b> Copal, chuncho, cedro, laurel, sangre de gallina, sande, caoba, laurel, piñe, balsa, guaba machete, canelo</p> <p><b>2. Productos forestales no maderables</b> <i>Origen animal:</i> Chontacuros, guanta, guatusa, tapi, quantana, capibara, sainos, charapas, boa, venado, monos. <i>De origen vegetal:</i> semillas para artesanías (bombolina, Milishi, San Pedro, Cumbia, Picuya, Pita, Chonta, Huayuru, Chilliique, Ushumulla, Chambira, frejol silvestre, porotillo, ojo de buey, cabeza de pájaro, caimito silvestre, chicle, corteza de lianchama, shiguango), chambira, palmas (morete, chonta, pambil, tagua), paja toquilla, uva de monte, ayaguaasca, jengibre, guayusa, bijao, uña de gato, caña guadúa.</p> <p><b>3. Recursos hídricos</b> <i>Agua para consumo humano</i> <i>Ríos para transporte:</i> Napo, Rumiayacu, Tiputini, Yasuni</p> <p><i>Ríos para pesca:</i> Napo: Rumiayacu, Tiputini, Yasuni</p> <p><i>Agua para producción:</i> Agua recolectada de lluvia, de pozos, esteros y de los ríos. <i>Humedales, lagunas:</i> Tambococha, Añangococha, Jatuncococha, Zancudococha, Yuturi, Taracoa</p>	Consumo en construcción de sus viviendas Seguridad alimentaria de las familias Uso de plantas medicinales	Construcciones comunitarias Intercambio de materia prima para elaborar artesanías en grupos organizados	Venta de madera para construcciones Venta de algunos productos como plantas medicinales, artesanías	Venta a ciudades como Quito Venta de plantas medicinales y Artesanías	Venta de plantas medicinales y artesanías
<p><b>4. Cultivos y ganadería</b> Yuca, plátano, café, cacao, pastizales, ganado vacuno</p> <p><b>5. Recursos genéticos</b> Paiche, ayaguaasca, naranjilla silvestre, etc.</p> <p><b>6. Albergue de culturas Kichwa, Shuar y Wuhorani</b></p> <p><b>7. Chacra: yuca, café, cacao, plátano, chonta, madera, medicinales, ornamentales, gallinas</b></p>	Seguridad alimentaria de las familias Comunicación interfamiliar Seguridad alimentaria de las familias Crianza de charapas, cachama Permite la pesca familiar Para complementar seguridad alimentaria de comunidades indígenas y colonas Base de plantas medicinales y alimenticias Intercambio cultural Para seguridad alimentaria familiar	Intercambios comerciales y culturales Río es un bien común para la pesca de consumo y para venta cachama	Intercambio comercial Turismo Más bien existe pesca no controlada Pesca para la venta con un problema de los métodos de pesca y la falta de control Venta de productos a ciudades de Coca y Nuevo Rocafuerte	Para el transporte de turismo Aprovechamiento por turistas nacionales Venta de cacao, café y carne a Quito y plantas procesadoras Investigaciones en el parque Nacional Yasuni Ministerio de Patrimonio Cultural	Intercambio comercial y turismo con Perú y Brasil Son parte de los paquetes turísticos en la ruta Iquitos hasta Manaos Aprovechamiento por turistas extranjeros Materia prima para medicamentos Interés de turistas

## Anexo 2. Servicios eco sistémicos identificados en la RBY (continuación)

Servicios	Aprovechamiento	Posibilidades de pago
Protección de biodiversidad	Familiar, Cantonal, Global, Comunal, Nacional,	No existen mercados definidos para pagar por la protección de la biodiversidad. Está Socio Bosque y mercados voluntarios por gestionar
Oferta de agua	Familiar, Cantonal, Cuenca amazónica, Comunal, Nacional,	Los usuarios del servicio de agua potable articulados por el municipio están en capacidad de pagar, pero no existe un vínculo directo entre la oferta y demanda del servicio
Mantenimiento de belleza escénica	Cantonal, Global, Nacional,	Existe interés y un limitado número de turistas principalmente extranjeros y nacionales que pagan una tasa de ingreso al PNY por el disfrute de la belleza escénica con actividades de recreación y turismo
Preservación de valores culturales	Cantonal, Global, Nacional,	No hay mercado, los turistas que visitan las algunas comunidades Wahorani, Kichwas o Shuar pagan solamente una tasa por ingreso al parque.
Información científica	Nacional, global	Probablemente algunas empresas farmacéuticas internacionales estén interesadas
Almacenamiento de carbono	Global	Existe un mercado voluntario que se podría gestionar por deforestación evitada

## 2.4 Bibliografía

Azqueta, D. (2002). Introducción a la economía ambiental. España.

Barrantes, G., H. Chaves, y M. Vinueza. 2001. El Bosque en el Ecuador, Una Visión Transformada para el Desarrollo y la Conservación. Ecuador.

Bennett, E., & Robinson J. 2000. Hunting of wildlife in tropical forests. Implications for Biodiversity and Forest Peoples. World Bank, WCS. Washington USA.

Emerton, L., Bishop, J. and Thomas, L. (2006). Sustainable Financing of Protected Areas: A global review of challenges and options.

FOES-REGAL, 2008. Línea de base del programa para la conservación y el manejo del patrimonio cultural y natural de la Reserva de Biósfera Yasuní.

Nasi, R., Brown, D., Wilkie, D., Bennett, E., Tutin, C., van Tol, G. y Christophersen, T. (2008). Conservación y utilización de recursos provenientes de la vida silvestre: la crisis de la carne de caza.

Noss, A. y Cuéllar, R. 2008. La sostenibilidad de la cacería de *Tapirus terrestris* y de *Tayassu pecari* en la tierra comunitaria de origen Isoso: El modelo de cosecha unificado.

Ojasti, J. 1993. Utilización de la fauna silvestre en América Latina. FAO Roma, Italia.

Proyecto Bosques, 2009. Realidad Forestal de Orellana. Solidaridad Internacional. Francisco de Orellana, Ecuador.

WCS, 2006. Efectos de las carreteras sobre la fauna silvestre en el Parque Nacional Yasuní. Wildlife Conservation Society. Boletín N° 1. Octubre de 2006. Quito, Ecuador.

WCS, 2006. El tráfico de carne silvestre en el Parque Nacional Yasuní: Caracterización de un mercado creciente en la Amazonía norte del Ecuador. Wildlife Conservation Society. Ecuador.

Zapata, G. 2001. Sustentabilidad de la cacería de subsistencia, el caso de cuatro comunidades Kichwas en el nororiente de la Amazonía Ecuatoriana.

J. Neotrop. Mammal.; 8(1):59-66. Zapata, G., Suárez E., Utreras, V., Vargas, J. (2006) Evaluación de Amenazas Antropogénicas en el Parque Nacional Yasuní y sus Implicaciones para la Conservación de Mamíferos Silvestres. Ecuador.

Zapata, G. 2009. Comunicación personal.

### **3. Gestión para el buen manejo y promoción del ecosistema de producción tradicional “Chakra”, alrededor del cultivo del cacao fino y de aroma en la Reserva de Biosfera Sumaco**

#### **3.1 Antecedentes**

El área que ahora constituye la Reserva de Biosfera Sumaco (RBS) y su área núcleo de conservación, el Parque Nacional Sumaco Napo Galeras (PNSNG), empezó a despertar interés a conservacionistas y grupos interesados en el desarrollo cuando buscaban una vía terrestre alterna a la vía Quito – Lago Agrio, luego de ser destruida en el terremoto del 05 de marzo de 1987, causa atribuida a la erupción del volcán Reventador (MAE, 2000).

Entre los años 1992 y 1993, tras un pedido del gobierno ecuatoriano al gobierno alemán, el Instituto Agrario e Hidrotécnico (Agrar und Hydrotechnik, AHT) de Alemania y la ICD de Ecuador, ejecutaron el estudio de factibilidad para la protección de estas áreas, que sugirió la declaratoria de Parque Nacional al área alrededor del volcán Sumaco, Pan de Azúcar y Cerro Negro por su extraordinaria riqueza faunística,

---

Sonia Lehmann, Asesora Cadenas de Valor GTZ Programa Gesoren  
Armando Chamorro, Director Regional, Ministerio del Ambiente  
Bolier Torres, Coordinador GTZ Programa Gesoren Sumaco  
Rusbel Chapalbay, Asesor GTZ Programa Gesoren Sumaco

florística, hídrica y cultural. Este mismo estudio sugirió que su zona de influencia se maneje como una Reserva de Biosfera, en el cual el Parque Nacional se constituiría con dos zonas núcleos, debido a que en el proceso de socialización del estudio, el pueblo Kichwa de Rukullacta solicitó también la declaratoria de Parque Nacional a la Cordillera Napo-Galeras, por considerarlo como una montaña sagrada.

En esta propuesta de manejo, la zona de influencia del Parque Nacional serviría para el uso sostenible de los recursos por parte de las comunidades o personas asentadas en el área, que amparados bajo la categoría de Reserva de Biosfera podrían desarrollar sus actividades tradicionales de caza, pesca, chakras, etc. (MAE – Proyecto Gran Sumaco, 2005).

En Marzo de 1994, el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN) declaró como Parque Nacional Sumaco Napo Galeras a una superficie de 205. 249 hectáreas (MAE – Proyecto Gran Sumaco, 2005).

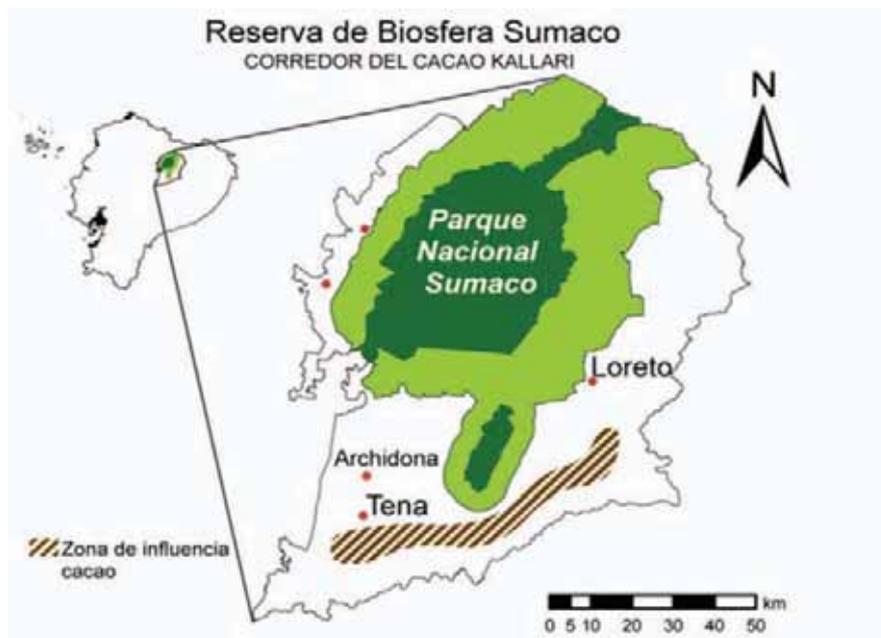
Desde 1997 al 2000, el actual Ministerio del Ambiente a través del Proyecto de Protección Gran Sumaco, financiado por la cooperación alemana, realiza un largo proceso de inducción al concepto de Reserva de Biosfera, a las autoridades locales, representantes de comunidades colonas e indígenas (ONG´s y OG´s) a través de talleres.

En Agosto del 2000, se organizó un taller de concertación con 49 participantes que representaban a las diferentes instituciones y organizaciones locales, para definir el nombre y límites de la Reserva de Biosfera, así como autorizar la presentación de solicitud para la declaratoria de Reserva de Biosfera ante la UNESCO.

El 10 de Noviembre del 2000, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), por decisión del Consejo Internacional de Coordinación del Programa sobre el Hombre y la Biosfera, declaró oficialmente esta área como Reserva de Biosfera Sumaco.

### 3.2 Ubicación geográfica de la Reserva de Biosfera Sumaco y su área núcleo

La Reserva de Biosfera Sumaco y su área núcleo el PNSNG, se ubican en la zona nororiental de la amazonia ecuatoriana, entre las provincias de Napo, Francisco de Orellana y Sucumbíos. Cuenta con una superficie de 931.930 hectáreas (MAE / Fundación Bio-Parque, 2002).



**Figura 3.** Ubicación geográfica de la Reserva de Biosfera Sumaco, su área núcleo el Parque Nacional Sumaco Napo Galeras y la zona del influencia del eco-sistema chakra con base a la producción del cacao fino de aroma.

### 3.3. Importancia del ecosistema Chakra alrededor del cultivo del cacao fino y de aroma en la Reserva de Biosfera Sumaco

La población rural de la zona baja de la Reserva de Biosfera Sumaco se dedica principalmente a las actividades de caza, pesca, recolección de productos no maderables, extracción de madera, como también practican la producción agrícola con el manejo del ecosistema de producción chakra, basados principalmente en los cultivos de café y cacao; mientras que en las zonas altas que corresponden a los cantones Quijos y El Chaco se dedican a la ganadería para producción de leche y carne.

La variedad de cacao, las condiciones ecológicas y climáticas propias de la zona así como el sistema de producción utilizado en el cultivo son algunos factores que contribuyen a la singularidad del cacao proveniente de la Amazonía ecuatoriana. Se le suman el entorno cultural kichwa y el encanto del origen con sus métodos de cosecha, post-cosecha y comercialización particulares. Estas atribuciones hacen que el cacao proveniente de la RBS sea muy cotizado por chocolateros gourmet para la

elaboración de productos exclusivos y de alta calidad. Al estar catalogado como un cacao fino y de aroma, y estar manejado con criterios de alta calidad y sostenibilidad ambiental, percibe precios altos. Así, el cacao fino de aroma proveniente de la RBS, genera un ingreso interesante para las familias que lo producen, en armonía con el medio del que procede.

El cacao está presente en prácticamente todas las fincas de pequeños productores en la Reserva; cultivado bajo el sistema *chakra*, que responde a las tradiciones ancestrales de los kichwas, contribuye al mantenimiento del ecosistema. Un análisis multi-temporal del uso del suelo y cobertura vegetal realizado en la RBS, muestra que en zonas cultivadas con cacao en este eco-sistema *chakra*, el bosque primario circundante es estable frente a zonas en las que no existen cultivos de cacao. Además, bosques primarios se reducen en 50%, mientras áreas de pasto y otros cultivos han aumentado tres veces su tamaño entre 1986 y 2007 en esta zona (Hammel; P & Zawalski Ray; GTZ-GESOREN, 2008). Incentivar y fomentar este tipo de producción en la Amazonia constituye una estrategia sostenible para la reducción de los efectos del cambio climático y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población en la RBS.

Complementario a esto, en la producción de cacao en eco-sistema *chakra* también encontramos un significativo número de plantas medicinales, como sangre de drago (*Croton lechleri*), ayahuasca (*Banisteriopsis caapi*), guayusa (*Ilex guayusa*) entre otras de conocimiento ancestral, plantas alimenticias como: plátano (*Musa sapientum*), yuca (*Manihot esculenta*) y chonta duro (*Bactris gasipaes*), etc.; árboles frutales nativos, como guabos (*Inga* spp), uva de árbol (*Pouruma cecropiifolia*), cacao blanco (*Theobroma bicolor*); árboles frutales introducidos, como achotillo (*Nephelium lappaceum*), chirimoya (*Rollinia mucosa*), borojó (*Borojoa patinoi*), arazá (*Eugenia stipitata*); y árboles maderables de alto valor comercial, como chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), aguacatillo (*Persea* sp), canelo (*Ocotea* spp), guayacán (*Tabebuia chrysantha*), laurel (*Cordia alliodora*), pigue (*Pollalesta discolor*), etc. El eco-sistema “*chakra*”, garantiza la permanencia no solo de organismos vivos como los insectos, sino también de los microorganismos que viven en los suelos y que facilitan la descomposición de materiales, reciclan nutrientes y mantienen el equilibrio entre los organismos benéficos y no benéficos, de esta manera se contribuye a la conservación de las propiedades de los suelos que es definida como el motor del eco-sistema.

### **3.4 Gestión del ecosistema Chakra alrededor del cultivo del cacao fino y de aroma, bajo el enfoque de Cadena de Valor**

La globalización, las exigencias del mercado y el fomento de la economía privada han cobrado gran importancia en el desarrollo económico y social. El enfoque sectorial más importante de la economía se refiere al fomento coordinado de relaciones de suministro, servicios, asociatividad, infraestructura y de las condiciones marco de políticas económicas. Uno de los factores de éxito para consolidar la gestión del cacao fino de aroma en la RBS, fue la introducción del enfoque de cadena de valor, para

el logro de impactos a nivel de mejoramiento de ingresos, bajo prácticas de manejo sostenible de los recursos naturales para pequeños productores ubicados en la RBS.

Con este enfoque y agrupando a más de 1.200 pequeños productores de cacao, la Asociación KALLARI inició sus actividades de fomento de la producción de cacao y comercialización directa del grano al exterior en el año 2005. La estrategia de producción de cacao de esta asociación está fuertemente vinculada a la conservación de sus recursos naturales y de sus tradiciones indígenas.

Las medidas de mejoramiento se concentran en: (i) certificación de los cultivos; (ii) asistencia técnica, capacitación en calidad y volúmenes de producción; (iii) desarrollo empresarial; (iv) acceso a mercados; y (v) estrategias de conservación de áreas de bosques de la comunidad y desarrollo de un sistema de monitoreo del estado de la conservación. Con este enfoque de cadenas de valor, la asociación KALLARI ha logrado varios impactos positivos y se ha constituido como el ejemplo a seguir para las demás organizaciones de la RBS.

### 3.5 Bibliografía

Ministerio del Ambiente / Fundación Bio-Parques, 2002. Plan de Manejo de la Reserva de Biosfera Sumaco.

Ministerio del Ambiente (MAE), 2000. Solicitud para la declaratoria de Reserva de Biosfera Sumaco, presentada ante la UNESCO, Quito, Julio del 2000.

Ministerio del Ambiente – Proyecto Gran Sumaco, 2005. Un futuro en reserva, Proyecto Protección Gran Sumaco, Sistematización de un proceso, Ecuador.

Hammel; P & Zawalski Ray; GTZ-GESOREN, 2008. Georeferenciación de las parcelas cacaoteras con certificación orgánica de la organización Kallari en la provincia Napo. Tena.

Amaznor, Plan Ecuador, Diagnostico de la Situación del Cacao Fino de Aroma en la Amazonía Norte del Ecuador, 2009.

GTZ, Aportes a la definición de políticas y acciones estratégicas de la cadena de valor del cacao fino de aroma del Ecuador, 2009.

Springer-Heinze, A. (2007): “ValueLinks – Fomento de Cadenas de Valor”. Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Alemania.

## 4. Gestión de ecosistemas de montaña para la regulación del agua, el clima y la conservación de policultivos tradicionales en la Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cónдор

La Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cónдор está situada en el extremo sur oriental de Ecuador, a lo largo de la frontera con Perú. Se caracteriza por poseer condiciones geológicas muy heterogéneas, así como también variaciones extremas de relieve y clima en espacios muy reducidos. Incluye una gradiente altitudinal entre los 700 y 3.790 m snm, desde la Amazonía hasta las cumbres andinas. Así mismo, mientras en los valles secos de la reserva llueven 380 mm/año, a tan solo 30 km en los páramos se han registrado hasta 15.000 mm/año (Richter y Moreira-Muñoz, 2005). Tal variedad de condiciones ha moldeado una diversidad eco sistémica extraordinaria donde convergen dos hotspots de biodiversidad del planeta, los Andes Tropicales y el Chocó Darien/Ecuador occidental (Myers, et al. 2000), y al menos seis centros de endemismo de aves (Ridgely & Greenfield, 2001).



La Reserva comprende una superficie de 1.140.000 hectáreas, de las cuales alrededor del 70% corresponde a ecosistemas naturales y seminaturales (Comisión Interinstitucional Pro Reserva de Biosfera, 2006). Circundan a estos ecosistemas, 270.000 personas asentadas principalmente en la zona de transición.

Los servicios que proveen los ecosistemas naturales y seminaturales de la reserva, no solamente sustentan a la población alojada dentro de sus límites. Más de dos millones de personas del sur de Ecuador y del norte de Perú dependen directamente de los servicios prestados por los páramos y bosques de montaña de Podocarpus-El Cónдор. Por tal razón, varias organizaciones públicas, privadas y comunitarias han desarrollado iniciativas de gestión de estos ecosistemas, con el propósito de garantizar el mantenimiento o recuperación de los servicios ambientales y brindar alternativas económicas para la población urbana y rural. Entre estas iniciativas se destacan tres

Felipe Serrano, Naturaleza y Cultura Internacional. Programa Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cónдор

Santos Calderón, Responsable del Parque Nacional Podocarpus, Ministerio del Ambiente

Fabián Rodas, Naturaleza y Cultura Internacional. Programa Fondo Regional del Agua

Roberto Jiménez, Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del sur del Ecuador

Baltazar Calvas, Instituto de Manejo Forestal Sustentable. Universidad Técnica de Munich

casos que se describen a continuación, y cuyos efectos derivan en el mantenimiento de la regulación hidro-climática y en el uso sostenible de sistemas agrícolas tradicionales para la seguridad alimentaria y el acceso a nuevos mercados.

#### **4.1 El Fondo Regional del Agua: un mecanismo financiero municipal para la conservación del agua y la biodiversidad**

Los ecosistemas de montaña de la Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cónдор generan un caudal acumulado de aproximadamente 990 m<sup>3</sup>/s, distribuido en cuatro cuencas hidrográficas binacionales. Aunque este volumen de agua sería suficiente para abastecer a la población de América Latina la degradación de los bosques y páramos que reciben, almacenan y suministran agua ha sido evidente en las últimas décadas. La cuenca del río Chinchipe por ejemplo pierde entre el 4 y 5% de sus bosques naturales cada año por efectos de la deforestación (Condoy y Silva, 2006). Como consecuencia varios municipios han detectado la reducción de caudales, el aumento de sedimentos y de contaminación orgánica en sus fuentes de agua, dificultando su distribución a las poblaciones locales.

En este escenario, siete Gobiernos Municipales y una ONG han diseñado e implementado un mecanismo que pretende garantizar la conservación de los ecosistemas proveedores del servicio de agua y de biodiversidad. Este mecanismo se sostiene por la contribución de los usuarios de los servicios hídricos.

Cada uno de estos municipios ha elaborado y aprobado Ordenanzas para la creación de una “Tasa Ambiental”, con la cual los ciudadanos aportan entre 0,03 y 0,13 USD por m<sup>3</sup> de agua potable consumida. Estos recursos son utilizados exclusivamente en la adquisición de áreas prioritarias en microcuencas, compensación por servicios ambientales, conservación y recuperación de la cobertura vegetal natural, guardianía, cercado y educación ambiental. Mediante estos fondos y aportes adicionales de la cooperación internacional, hasta el momento el 50% de los ecosistemas de interés hídrico de la ciudad de Loja está protegida; 21 % en Alamor; 25% en Celica y 11% en Macará. Las Ordenanzas también promueven la declaratoria de “Reservas” para la protección de las fuentes de agua y biodiversidad, como parte del ordenamiento territorial cantonal, creando incentivos para los propietarios. En este marco, más de 35.000 ha de Reservas Municipales han sido declaradas mediante Ordenanzas, protegiendo las fuentes de agua y los remanentes ecosistémicos de cada cantón. Como ejemplo, el cantón Chinchipe, a través de su ordenanza, es el primer cantón de Ecuador en tener todas las fuentes de agua para su cabecera cantonal, parroquias rurales y barrios, bajo la declaratoria de reserva municipal.

En varios sectores estas reservas municipales están conformando un cinturón alrededor del Parque Nacional Podocarpus y del Bosque Protector Colambo Yacuri, áreas núcleo de la Reserva de Biosfera, consolidando de esta forma la zona de amortiguamiento.

Los procesos de cada municipalidad se han articulado actualmente en la perspectiva de un mecanismo financiero regional, con los mismos propósitos de conservación de los servicios ecosistémicos, pero a una escala que sobrepasa los límites de la jurisdicción de cada cantón y de la reserva de biosfera, adquiriendo un carácter

regional, en lo que se ha denominado el Fondo Regional del Agua – FORAGUA. Este mecanismo financiero está conformado por un fideicomiso mercantil de los municipios en la Corporación Financiera Nacional, con carácter de irrevocable y a un plazo de 80 años. Creado en julio de 2009 con un capital inicial de \$ 532.000 USD, este fondo recibirá aproximadamente \$ 400.000 USD anuales por los aportes ciudadanos, mismos que constituyen la contraparte para gestionar aportaciones adicionales de la cooperación internacional, fondos del Estado, empresas privadas, hidroeléctricas, industrias agrícolas, entre otras.

En una perspectiva solidaria, FORAGUA además contempla el aporte de los gobiernos municipales miembros para el financiamiento de actividades de conservación de ecosistemas proveedores de agua en aquellos municipios con menor capacidad de recaudación.

## **4.2 Evaluación de modelos de uso del suelo y de la efectividad de incentivos para la reducción de emisiones de carbono en fincas campesinas**

Los agricultores locales a diario se ven obligados a disponer de los ecosistemas de montaña conforme las presiones inmediatas del mercado, para mejorar sus rendimientos económicos. Como alternativa, podrían ser compensados por el mantenimiento de servicios ambientales, a través de mecanismos financieros como el FORAGUA. Sin embargo, donde no existen estas facilidades se puede optar por otro tipo de servicios eco sistémicos, donde los beneficios se reinviertan en la optimización del uso del suelo, manteniendo al campesino en su lugar de trabajo. El Instituto de Manejo Forestal Sustentable de la Universidad Técnica de Munich viene aplicando en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cóndor, un conjunto de técnicas de modelamiento del uso del suelo que permiten identificar y predecir escenarios para optimizar los ingresos campesinos y disminuir los procesos de deforestación. Los primeros resultados determinaron un modelo para una finca de 30 ha, donde se logra disminuir la deforestación en un 45% y mejorar los rendimientos económicos en un 65%, en un plazo de 40 años. En el modelo, jugaron un papel fundamental los pastizales abandonados que se lograron reintroducir a la actividad económica mediante la reforestación con especies nativas (Knoke et al 2009).

Por otro lado, este grupo de investigación evalúa si una eventual compensación esperada por los precios del carbono es lo suficientemente alta para convencer a los agricultores a prevenir la deforestación de los ecosistemas de montaña. Los resultados parciales muestran que un porcentaje mínimo de agricultores en los alrededores del Parque Nacional Podocarpus aceptarían una compensación de \$ 10 USD por Tn de C/ha, entre tanto que para la mayoría sería necesario un monto de \$ 25 USD por Tn de C/ha. en un modelo mixto de uso del suelo que depende de créditos baratos para la reforestación de pastizales abandonados (Knoke, et al In press).

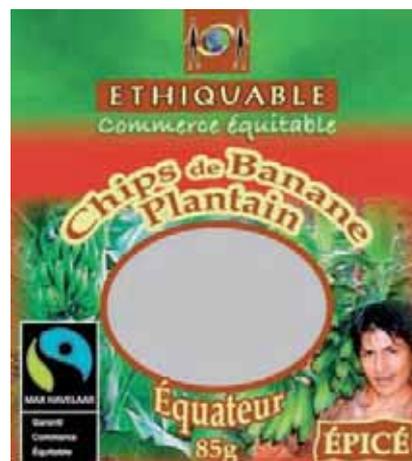
### 4.3 Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur del Ecuador (FAPECAFES): promoción de policultivos tradicionales y ampliación de acceso a nuevos mercados

Las iniciativas de mantenimiento de los servicios ecosistémicos no han estado vinculadas solamente al desarrollo de mecanismos de compensación. Pequeños productores de la reserva de biosfera (con parcelas de entre 1 y 10 ha) están demostrando que sus sistemas productivos pueden contribuir significativamente al mantenimiento de la biodiversidad, al aumento de la producción de alimentos para la seguridad alimentaria y a la ampliación del acceso a nuevos mercados.

La diversidad climática y topográfica de la Reserva ofrece una ventaja comparativa relevante para los pequeños productores cafetaleros, pues les permite ofrecer cafés de distintas cualidades; esa diversidad de características agregada a un excelente proceso de poscosecha da como resultado un café “Especial” de alta calidad. Pero este café tiene otras particularidades. Su producción es parte de un policultivo tradicional donde las plantaciones de café crecen bajo la sombra de decenas de especies de árboles nativos, que las familias campesinas toleran, protegen y utilizan formando verdaderos bosques seminaturales en varios sectores de la zona de amortiguamiento de la reserva de biosfera, e incluso fuera de sus límites. Estos cinturones de policultivos arbolados, conforman verdaderos corredores ecológicos que conectan los ecosistemas naturales de la reserva.

Desde el año 2000, los pequeños productores cafetaleros se han organizado en la FAPECAFES. Actualmente esta organización reúne a cerca de 1.300 familias, quienes luego de haber recibido capacitación y de haber adecuado infraestructura necesaria, se encargan de seleccionar estrictamente granos maduros y hacer un proceso de poscosecha bajo estrictos controles, que garantizan un producto de alta calidad acorde a las exigencias de estándares internacionales de mercados como el orgánico, comercio justo, gourmet, etc. Esto les permite recibir beneficios directos con mejores precios y contar con el respaldo de una organización sólida.

La mayoría de las fincas cuenta con varios tipos de certificaciones, entre ellas la de producción orgánica, cumpliendo los estándares de los mercados mas exigentes. Estas certificaciones a nivel de finca y la disponibilidad de una gran variedad de productos de los policultivos tradicionales, han posibilitado la expansión de esta experiencia de comercialización asociativa hacia nuevos mercados para otras especies asociadas al café, especialmente frutales nativos como la chirimoya (*Annona cherimola*) y el plátano (*Musa spp.*).



#### 4.4 Bibliografía

Comisión Interinstitucional Pro Reserva de Biosfera, 2006. Reserva de Biosfera Podocarpus-El Cónдор. Propuesta para la declaratoria de Reserva de Biosfera dirigida a la UNESCO. Documento oficial. 191 p.

Condoy, G. y S. Silva. 2006. Análisis y tendencia de la deforestación de la provincia de Zamora Chinchipe, en base a la interpretación de imágenes satelitales. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja.

Knoke, T.; Calvas, B.; Aguirre, N.; Román-Cuesta, R. M.; Günter, S.; Stimm, B.; Weber, M. and Mosandl, R., preview online, doi: 10.1890/080131: Can tropical farmers reconcile subsistence demands with forest conservation? In: *Frontiers in Ecology and the Environment*.

Knoke, T.; Weber, M.; Jan Barkmann; Perdita Pohle; Calvas, B.; Medina C.; Aguirre, N.; Günter, S.; Stimm, B.; Mosandl, R.; Walter F.; Maza B.; Gerique A. 2009. Effectiveness And Distributional Impacts Of Payments For Reduced Carbon Emissions From Deforestation. In press

Myers, N.; Mittermeier, R.; Mittermeier, C.; da Fonseca, G. and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Rydgely, R.S. and Greenfield P.J. 2001. *The Birds of Ecuador. Status, Distribution and Taxonomy*. Cornell University Press. New York, U.S.A.

# Reserva de la Biosfera Apaneca – Ilamatepec: prestando servicios ecosistémicos a El Salvador

ZULMA RICORD DE MENDOZA y  
MELIBEA GALLO

## Antecedentes

En febrero del año 2005, se publica en el Diario Oficial de El Salvador la Ley de Áreas Naturales Protegidas, dando continuidad al esfuerzo institucional del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el tema. En el artículo N° 4 de dicha Ley se define Reservas de Biosfera como “áreas terrestres o marinas cuyo modelo de gestión persigue integrar hombre y naturaleza para conservar los recursos naturales, promover el desarrollo sostenible de las comunidades y apoyar la investigación científica y la educación ambiental a nivel nacional”. Dentro de la misma Ley se establece en los artículos N° 26 y 27 que “las Áreas Naturales Protegidas se podrán manejar en forma conjunta o coordinada bajo una sola administración como Áreas de Conservación, con la finalidad de contribuir al establecimiento del Corredor Biológico Nacional, corredores locales y promover el desarrollo social y económico”. Prosigue el artículo 27, estableciendo que “independiente de su categoría, las Áreas Naturales Protegidas, podrán formar parte, de manera aislada o conjunta, del modelo de gestión establecido como Reserva de Biosfera por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO)” (Diario Oficial, 2005).

Este marco jurídico, cimentó la gestión requerida para la formulación de dos fichas técnicas de reservas de biosfera para El Salvador, a ser presentadas al Programa sobre el Hombre y Biosfera de UNESCO (UNESCO MAB); la reserva de la biosfera Apaneca – Ilamatepec y la reserva de la biosfera Xiriualtique - Jiquilisco. En septiem-



Punto Focal de Reservas de Biosfera: [zulma.mendoza@gmail.com](mailto:zulma.mendoza@gmail.com)  
Bióloga responsable técnica de la propuesta de la Reserva de Biosfera:  
[melibeagb@gmail.com](mailto:melibeagb@gmail.com)  
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales – El Salvador C.A

bre del 2007, UNESCO MAB designa estos dos sitios como Reservas de Biosfera.

Las Reservas de Biosfera se constituyen en espacios territoriales que por las mismas características y criterios que cumplieron para su declaratoria, propician la articulación de acciones en torno a la conservación de la biodiversidad, el fomento de actividades de desarrollo sostenible y el rescate de las tradiciones e identidad cultural. Para El Salvador, estos sitios, adquieren aún un valor más relevante, ya que contribuyen de manera significativa en territorio y enfoque a la integración y gestión del Sistema de Áreas Protegidas (SANP). En efecto, hay que resaltar que dicho Sistema está conformado por áreas pequeñas, producto de la fragmentación de ecosistemas naturales más amplios y que la integración de conjuntos de áreas protegidas en paisajes más amplios, como los de las reservas de la biosfera declaradas, contribuye a garantizar su permanencia y su conectividad.

Los ecosistemas y agro ecosistemas conservados en las reservas de biosfera identificadas, proveen una serie de servicios a la población local y nacional, que requieren atención para su conservación o recuperación. El presente artículo rescata el accionar en torno de la recuperación y conservación de servicios de los ecosistemas que se está desarrollando en la Reserva de la Biosfera Apaneca – Ilamatepec a partir de su declaratoria en diciembre de 2007.

## Entre volcanes, bosques y cafetales

La Reserva de la Biosfera Apaneca - Ilamatepec, tiene una extensión de 59.056 hectáreas, equivalentes a un 2,73% del territorio nacional. En el territorio de la reserva confluyen tres de las cinco ecoregiones del país: el bosque montano centroamericano, que se encuentra en estado vulnerable y conserva el 2,59% del total de este tipo de bosque en la región Mesoamericana, el bosque seco centroamericano y el bosque de pino roble centroamericano ambos en estado crítico/vulnerable a nivel mundial. Este complejo, presenta además vegetación de páramo, única en el país y conserva el 0,5% del ecosistema de sucesión primaria sobre lavas en Mesoamérica, un alto porcentaje considerando que la Reserva de la Biosfera representa apenas un 0,05 % de la superficie total de la región mesoamericana (MARN AECID, 2007).

El principal uso del suelo son los cafetales con sombra que se caracterizan por una composición florística diversa, con varios estratos, que protege el suelo y ofrece, mejor que otros usos, la conexión entre los remanentes de vegetación natural, protegidos o no, que se encuentran en el área y contribuyen a la conservación de la biodiversidad en el país. El cultivo de café de sombra, es el sistema productivo más extenso de la reserva de la biosfera (68% de su superficie total), proveen de empleo a más de 10.000 personas, además de conservar una importante diversidad de especies.

En su territorio se yergue el Volcán de Santa Ana, el de mayor dimensión y altitud del país (2.381 msnm), denominado por esta razón Ilamatepec, que en náhuatl significa, “cerro padre o cerro anciano”. Hacia el oeste del conglomerado de Santa Ana, una serie de 13 volcanes componen lo que conocemos como Cordillera de Apaneca, que contiene los cráteres de la laguna Verde, cerro Los Naranjos y cerro El Águila, todos pertenecientes al Sistema de Áreas Naturales Protegidas, y conformando las áreas núcleo de la reserva de la biosfera.



Fuente: [www.skycrapercity.com](http://www.skycrapercity.com)

Volcán Ilamatepec

Este territorio dominado por volcanes, donde el “Señor de los Vientos” - Apaneca (del náhuatl), ha intervenido con otros elementos climáticos para crear islas de hábitat de altura con cierto grado de interconexión ecológica entre ellas, pero relativamente aisladas del resto de ecosistemas homólogos del país. Se estima que este aislamiento ha permitido el desarrollo de poblaciones de especies con características genéticamente únicas y es una de las zonas del país con mayor número de subespecies descritas y propuestas en El Salvador.

El cráter volcánico más grande de El Salvador, proporciona la cuenca sobre la cual se asienta el lago de Coatepeque. Esta enorme caldera, de unos 8 km de diámetro, se formó por una serie de erupciones explosivas hace 72 mil y 57 mil años, conjuntamente con su impresionante lago, dentro del cual se sitúa la isla Teopán, otro volcán de menor dimensión. Coatepeque es duda es uno de sitios de mayor belleza escénica del país y proporciona además el servicio de recarga hídrica para una buena porción de del territorio nacional, ya que el lecho del lago permite la infiltración de aguas que son transportadas por escorrentías subterránea hacia los acuíferos de Santa Ana y Zapotitán (Aguilar, 2009).

## Servicios ecosistémicos

Se ha desarrollado el presente artículo tomando en cuenta el listado de servicios prestados por los ecosistemas, propuesto por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Hassan et al, 2005). En la Tabla 1 se muestran los 18 servicios prestados por los ecosistemas y agro ecosistemas de la reserva de la biósfera Apaneca – Ilamatepec y su relación con las categorías de sistemas utilizadas en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio.

Servicios	Categoría	Categorías de sistemas asociados				
		aguas interiores	bosques	montañas	áreas cultivadas (café con sombra)	zonas urbanas
Servicios de provisión	Alimento /cultivos				X	
	Alimento /alimentos silvestres	X	X		X	
	Fibra /madera				X	
	Fibra /leña				X	
	Recursos genéticos	X	X		X	
	Productos bioquímicos, medicinas naturales	X	X		X	
	Agua dulce	X	X		X	
Servicios culturales	Valores espirituales y religiosos		X		X	X
	Valores estéticos	X	X	X	X	X
	Recreación y ecoturismo	X	X	X	X	X
Servicios de regulación	Regulación de la calidad del aire		X		X	
	Regulación del clima global		X		X	
	Regulación del clima local		X		X	
	Regulación del agua		X		X	
	Regulación de la erosión		X		X	
	Purificación del agua y tratamiento de aguas		X		X	
	Polinización		X		X	
Regulación de riesgos naturales		X		X		

**Tabla 1:** Servicios de los ecosistemas prestados en la Reserva de la Biosfera Apaneca – Ilamatepec

Para algunos de estos servicios ecosistémicos se están desarrollando proyectos y/o actividades tendientes a detener o revertir su degradación. En otros casos, y considerando que la reserva fue declarada en diciembre de 2007, se han propuesto acciones para su implementación futura. En los acápites posteriores se describen los avances y propuestas.

## Servicios de provisión

### Alimentos, madera y leña

En cuanto a la provisión de servicios de alimento, madera y leña, son los cafetales con sombra el agro ecosistema de mayor importancia. De acuerdo a la recopilación y propuesta de acciones para la Reserva de la Biosfera, en las zonas tampón se buscará el fortalecimiento de los emprendimientos de producción orgánica de café con sombra, el enriquecimiento de la cobertura vegetal con especies nativas, el desarrollo del turismo rural sostenible y la diversificación productiva. Estas iniciativas estrechamente coordinadas con una programa de educación ambiental que valore los servicios ambientales de los ecosistemas y agroecosistemas presentes en el área, particularmente de aquellos que tienen un impacto positivo en la calidad de vida de las poblaciones que habitan estas zonas y que favorezca el desarrollo de una cultura de co-responsabilidad social y equidad en el manejo y la conservación de los recursos naturales (MARN AECID, 2007). Es así que en dicha propuesta técnica se indicaron dos actividades fundamentales para la mejora de los servicios ambientales provistos

por los cafetales con sombra (MARN AECID, 2007):

- Apoyo y evaluación del proceso de certificación del café con sombra y su beneficiado, así como la promoción de aquellos cafetales con sistema tradicional que conservan la biodiversidad y contribuyen al establecimiento del Corredor Biológico Mesoamericano serán las actividades de ordenación más importantes para este sector, de establecerse la Reserva de la Biosfera.

- Mejoramiento del proceso de beneficio del café. Existen en la región ejemplos y prácticas probadas que disminuyen en un 75% el consumo de agua para el beneficiado del café, que pueden ser impulsadas y adaptadas para la reserva.

En este sentido, se están impulsando dentro de la reserva de la biosfera proyectos de certificación de las fincas de café. Uno de los ejemplos más importantes en este sentido es el Proyecto Mejor Manejo de Cuencas Hidrográficas Críticas, ejecutado por USAID / Ministerio de Medio Ambiente, el cual tiene como objetivo trabajar en la gestión territorial de las principales cuencas hidrográficas, áreas protegidas y territorios aledaños. Una de las líneas de trabajo se refiere específicamente a los cafetales con sombra, donde se realiza un análisis de café de sombra como componente de un corredor biológico en seis cuencas del área de trabajo, el cual implica evaluación y certificación de las fincas de café y el análisis geográfico del cultivo.

Durante la ejecución del proyecto a partir de septiembre 2006, se ha logrado identificar todas las fincas existentes en este territorio para ser objeto de certificación, incorporando al momento a 348 propietarios en el proceso de certificación, con más de 10.000 hectáreas de cafetales con sombra (Tabla 2).

Otra de las líneas de trabajo del mismo proyecto es mejorar la producción agrícola, logrando incorporar a unos 1.200 pequeños agricultores quienes están participando con el fin de implementar hábitos de producción sensibles a la conservación y mejorando así el manejo de 630 hectáreas. El número de fincas certificadas en la reserva ha aumentado significativamente desde la implementación de este proyecto, ya que los datos anteriores muestran que entre 2002 y 2006 existían en Apaneca – Ilamatepec un total de 197 fincas certificadas (MARN AECID, 2007).

**Tabla 2:** Proceso de certificación de fincas de cafetales con sombra en la reserva de la biosfera Apaneca – Ilamatepec.

Tipo de Certificación	Año 1		Año 2		Año 3		Fincas totales	Cafetal Total (ha)
	Nº fincas	Cafetal certificado (ha)	Nº fincas	Cafetal certificado (ha)	Nº fincas	Cafetal certificado (ha)		
CAFE PRACTICES-Starbucks	162	2782.86	s/d	s/d	s/d	s/d		
Rainforest Alliance	21	3132.45	s/d	s/d	s/d	s/d		
<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>5915.311</b>	<b>83</b>	<b>3275.97</b>	<b>82</b>	<b>1747.31</b>	<b>348</b>	<b>10938</b>

**Fuente:** Proyecto Mejor Manejo de Cuencas Hidrográficas Críticas (USAID, 2009).

SalvaNATURA, está promoviendo la certificación sostenible de las fincas de café como parte de su Programa de Ciencias para la Conservación, para asegurar la conservación del Parque Cafetalero por su riqueza natural y beneficios ambientales y sociales, con el sello Rainforest Alliance Certified. Los beneficios ambientales serán derivados de la certificación para los trabajadores que participan en las diferentes actividades agrícolas vinculantes, brindándoles salarios justos, condiciones seguras

y saludables de trabajo y mayores oportunidades de superación para sus familias (SalvaNATURA, 2008).

Otro programa que está tomando auge entre los caficultores es la “Iniciativa del Geoturismo en los Bosques Tropicales de Café” promovida por un Consejo conformado por: Consejo Salvadoreño del Café, Concultura, SalvaNATURA, Ministerio de Turismo y Banco Multisectorial de Inversiones (BMI), cuyo fin es posicionar el bosque cafetalero como un destino turístico importante, vinculado a nuevas líneas de inversión en bosques de café (BMI, 2009).

### **Agua dulce**

El ecosistema clave en la provisión de agua dulce, no solo a nivel local sino también a nivel nacional, son las zonas de lava con su vegetación asociada ya que funcionan como filtros naturales que enriquecen los mantos acuíferos y constituyen un punto clave para la recarga acuífera de El Salvador. Dentro de la reserva de la biósfera Apaneca – Ilamatepec se conserva el 30% de este tipo de ecosistema del total en el país.

A pesar de la importancia que estos sitios tienen en la captación y filtración de agua para la recarga de los mantos acuíferos, los ecosistemas se han visto alterados por varios motivos, entre los más importantes se encuentran el establecimiento de fincas cafetaleras, el crecimiento de asentamientos humanos, la expansión de la frontera agrícola en los límites de las áreas naturales protegidas, la alta presión sobre los recursos naturales por parte de la población y la contaminación por desechos sólidos (MARN AECID, 2007).

Durante el proceso de elaboración de las fichas para optar por la calificación de reservas de la biosfera, se propusieron las siguientes actividades prioritarias para la conservación de estos ecosistemas:

- Actividades de investigación en coordinación con el Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET) y la Escuela de Biología de la Universidad Nacional de El Salvador (UES) para el estudio comparativo de la capacidad de infiltración de agua de acuerdo al grado de evolución de la sucesión primaria sobre lavas.
- Proyectos de reducción de la contaminación de las zonas de recarga.
- Rotulación y educación ambiental para destacar la importancia de este ecosistema en la conservación del recurso agua.

## **Servicios culturales**

### **Valores espirituales y religiosos**

La riqueza paisajística de este territorio es cuna para el resguardo de expresiones culturales, y valores espirituales ancestrales, que se consideran uno de los servicios más importantes provistos por la reserva de la biosfera Apaneca - Ilamatepec. En efecto, la mayor parte de los de los asentamientos donde residen los actuales pobladores de la reserva tienen un origen precolombino y fueron habitados por grupos ancestrales conocidos como Pipiles o Kakis. Algunos de estos asentamientos pipiles fueron utilizados por los españoles para sus propios asentamientos humanos, pero conservando, en la mayoría de los casos, su nombre en nahuatl, como son Izalco, Nahuizalco, Juayúa, Salcoatitán (MARN AECID, 2007). Antes de 1850 y la

introducción del cultivo del café con sombra en la zona, los principales usos que los grupos indígenas hacían de los recursos naturales eran la agricultura, la caza y la recolección de frutos y quelites. Sembraban pequeñas parcelas de maíz, cucurbitáceas y algunos tubérculos. Todas estas prácticas tradicionales fueron reemplazadas por sistemas culturales de mayor impacto como la caficultura, granos básicos, caña de azúcar y pesca.

Actualmente, los vestigios más evidentes de la época colonial son las iglesias, utensilios religiosos, tradiciones y ritos religiosos, así como las fiestas en honor a los patronos y santos, que aún se celebran en los municipios de Juayúa, Izalco, Nahuizalco, Ahuachapán, Santa Ana, El Congo, Chalchuapa, Salcoatitán, Armenia, Apaneca y Ataco (CONCULTURA 2002), en contraposición al rescate del idioma náhuatl que ha hecho la población, siendo el único lugar del territorio nacional en el que se canta el Himno Nacional en este idioma ancestral.

Es en estas localidades donde se conserva con más claridad una de estas manifestaciones más arraigadas en la cultura salvadoreña, y expresión de la sincronía de culturas, la celebración del Día de la Cruz de Mayo, en la cual confluyen el agradecimiento a la tierra con la cruz de la religión cristiana. Fue quizás una de las tradiciones más importantes, evidente en el hecho que se ha mantenido dentro de la memoria colectiva de los salvadoreños, por más de 500 años, desde la llegada de los conquistadores a nuestro territorio (CONCULTURA, 2002).

La población indígena, en El Salvador y en especial en estos municipios de Apaneca – Ilamatepec, actualmente constituye uno de los grupos de población más vulnerables y menos atendidos en el país, especialmente las mujeres y los niños indígenas. En contraste con la mayoría de los países centroamericanos, las comunidades y pueblos indígenas en El Salvador se encuentran dispersos en el territorio, ignorados y confundidos con el resto de la población salvadoreña. De hecho, los censos nacionales y en general las estadísticas disponibles no desagregan ni reconocen particularidades étnicas culturales de esta población (BM / RUTA / CONCULTURA). Estos grupos étnicos hablan español como primera lengua y en el caso de los Nahua-pipiles, algo de su lengua pipil, se visten como campesinos aunque algunas mujeres ancianas conservan los trajes tradicionales, poseen una marcada espiritualidad ancestral, utilizan herramientas propias y hacen artesanías de su región, son receptores y transmisores de la tradición oral de su región, y demuestran reverencia por la tierra, como parte de su cosmovisión indígena.

Paradójicamente, la introducción del café en esta zona, a finales del siglo XIX, vino a significar quizá el mayor cambio cultural desde la colonización, para estas poblaciones y constituye aún hoy día la base de la vida de la mayor parte de población rural campesina que habita la zona. Sin embargo, Nahuizalco e Izalco aún conservan población indígena, aunque su vestimenta, lengua y otras costumbres casi desaparecieron durante la persecución indígena de principios del siglo pasado, particularmente durante la década de los 30's, cuando tuvieron lugar significativas matanzas en la zona a raíz del levantamiento indígena de "Los Izalcos".

Es así que la declaración de la Reserva de la Biosfera Apaneca – Ilamatepec tiene una gran importancia cultural pues uno de sus ejes de trabajo se estará relacionado con la recuperación, conservación, promoción y dignificación de estos grupos cul-

turales autóctonos (MARN AECID, 2007). Por esta razón Izalco, fue seleccionado, en Noviembre del 2007, para hacer el lanzamiento de la nominación de Reservas de Biosfera para el país, con la presencia de la Presidencia de la República, Ministerio de Turismo, Alcaldía Municipal, ONG comanejadoras de Áreas Protegidas y el Ministerio de Medio Ambiente.

Un año después, la Ministra de Educación, Presidenta de la Comisión Nacional UNESCO (le corresponde al Ministerio de Educación ostentar la presidencia de esta Comisión Nacional) y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como Punto Focal en el tema, hacen el lanzamiento de la “Estrategia educativa para concientizar a la comunidad educativa sobre los efectos del cambio climático y el cuidado de los territorios de Reservas de Biosfera”, la cual será



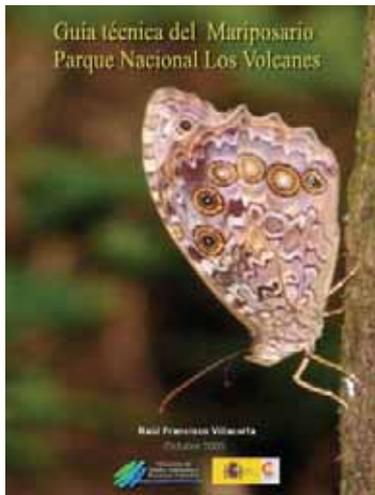
Autor: Zulma Ricord

Lanzamiento de la estrategia educativa

implementada en todas las 282 escuelas públicas ubicadas en ambos territorios nominados como Reservas de Biosfera, en El Salvador, lanzamiento que se realizó en la Escuela Pedro F. Cantor, ubicada en el Centro de este pueblo ancestral.

### Valores estéticos, recreación, ecoturismo e investigación

La Reserva de la Biosfera Apaneca - Ilimatepec es quizá la región de El Salvador con la oferta turística más diversa. En ella se ofrecen actividades recreativas relacionadas con el disfrute de la belleza escénica y otros servicios ambientales como aguas termales, lagos y lagunas en las que se



puede practicar el canotaje, vela, esquí acuático, la pesca, jet esquí y muchas otras actividades acuáticas.

Al mismo tiempo se encuentran sitios para acampar, equitación al aire libre, caminatas a los volcanes, a los ausoles que son sitios que presentan fenómenos de vulcanismo muy interesantes con sitios aguas termales, respiraderos y fumarolas (MARN AECID, 2007).

Otras actividades recreativas están relacionadas con la cultura local, centradas en la apreciación y goce de la producción artesanal y la cultura culinaria de la zona. En la región existen factorías artesanales de muebles (fabricados con maderas cultivadas dentro

del cafetal con sombra), telares, escultura en madera (de café), viveros de plantas ornamentales y frutales y la oferta de productos agrícolas frescos, principalmente frutas y flores. Además existe una oferta importante de hospedajes de montaña, tanto en la modalidad de hotel como de cabañas de montaña, muchas de ellas cuentan con servicios de restaurante. En casi todas las comunidades existen pequeños locales culinarios, destacándose los cafés con ventas de artesanías y obras de arte producidas por artesanos locales, muchas de ellas utilizando como materia prima la madera del cafeto (MARN AECID, 2007).

Dentro de la propuesta de reserva de la biósfera se resaltó como una de las prácticas de ordenación del territorio de la reserva la de “impulsar el turismo ecológico que aproveche el potencial de la región y los sitios de alto valor escénico” (MARN AECID, 2007).

En este sentido y como parte del Proyecto Mejor Manejo de Cuencas Hidrográficas Críticas (DAI/USAID/MARN) se está trabajando con “nuevas y emergentes formas de ingresos no agrícolas como es el turismo sostenible”. En su segundo año de ejecución, septiembre 2007, coincide con la Declaratoria de Reservas de Biosfera para El Salvador, solicitando el Ministerio de Medio Ambiente que dicha visión fuera un eje orientador en la ejecución del proyecto, lo cual se ha incorporado. Sin duda, son acciones que se están aprovechando para dar continuidad a la implementación del manejo territorial de Reservas de Biosfera.

Este mismo proyecto, ha incentivado la organización de las comunidades locales a emprender actividades productivas de ecoturismo acompañadas de jornadas de educación ambiental. Existen diversas ONG que impulsan también proyectos de educación ambiental, entre ellos destaca ASACMA (Asociación Salvadoreña para la Conservación del Medio Ambiente). Estos esfuerzos a través de la ejecución de proyectos sostenibles de diferentes donantes, ejecutados por las comunidades locales situadas dentro de la reserva, tratan de incentivar la permanencia del cultivo de café de sombra, ya que representa una vasta experiencia de producción la cual permite la recuperación de ecosistemas forestales y la producción de un gran número de servicios ambientales, especialmente el de conservación del agua, biodiversidad y turismo sostenible.

Toda esta diversidad de ecosistemas y paisajes, ofrece un importante sitio para la investigación científica, actividad que se ha realizado y está realizando con mucha dedicación de parte de ONG, Universidades e investigadores particulares. Diversas investigaciones se realizan en este territorio, dado que la Universidad de El Salvador, tiene una regional ubicada en esta Reserva de Biosfera, la Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

Se cuenta con una Estación para Observación de Aves, manejada por una ONG – SalvaNATURA, organización coadministradora de las áreas protegidas del Complejo de Los Volcanes ubicado dentro de la reserva.

Existen, asimismo, emprendimientos de propietarios privados en torno a la conservación de ecosistemas, sus funciones y la investigación de los mismos. La Finca Nuevos Horizontes, es una finca de café ubicada en la zona de amortiguamiento del Complejo Los Volcanes, cuyos propietarios pertenecen a la Red de Propietarios de Reservas Privadas de El Salvador, (RENAPES), y han impulsado la instalación de

una Estación de Monitoreo de Aves Migratorias, la cual ha generado una serie de insumos por casi una década, con relación a la dinámica de la avifauna en cafetales y corredores biológicos locales. Recientemente en el 2002 se reportaron cuatro especies nuevas para la ciencia identificadas en los cafetales con sombra de la Reserva de la Biosfera Apaneca - Ilamatepec (ver Monro et al. 2002). Así mismo estos cultivos posibilitan la conectividad de los remanentes de bosques naturales convirtiéndose en la base fundamental del Corredor Biológico Mesoamericano en la región.



*Aulacorhynchus prasinus*

esta región del mundo, que tienden a establecer poblaciones aisladas y que eventualmente dan origen a subespecies diferentes (Ej. *Dactilortyx thoracicus*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Troglodites rufociliatus*, entre otras) (MARN, 2003).

En la reserva de la Biosfera existen doce especies endémicas de aves y un número indeterminado de otras especies endémicas de vertebrados, invertebrados, plantas y representantes de otros taxa que habitan los bosques de altura. Merecen principal atención aquellas especies endémicas de las tierras altas del norte de Centroamérica, encontradas únicamente en los bosques nebulosos de

## Servicios de regulación

### Regulación de calidad de agua y aire, riesgos naturales y otros

El Reserva Apaneca - Ilamatepec, es un mosaico dominado principalmente por bosques destinados a la conservación y zonas de producción de café bajo sombra. Este mosaico está dominado así por un dosel de árboles que permiten la conservación de la biodiversidad y la conectividad biológica entre los remanentes de ecosistemas naturales, y por tanto favorece los procesos de regulación de la calidad de aire, agua, clima y riesgos naturales.

El territorio posee accidentes geográficos y procesos geológicos, en los cuales se basa la diversidad de ecosistemas y formas de vida que coexisten en la zona. Alberga especies importantes para la conservación mundial y una alta biodiversidad. En 2008 se elaboró el Plan de Desarrollo Territorial para la Región de Sonsonate donde se planteó un banco de Proyectos, dentro de los cuales uno de los programas es el de “Conservación ambiental, cultural y gestión de riesgos naturales”, catalogado como estratégico con el fin de “desarrollar las acciones iniciales para la implementación

de la Reserva de la Biosfera Apaneca–Ilamatepec, afectando a la totalidad de los municipios de Nahuizalco, Juayúa y Salcoatitán; a la mayor parte de Izalco y Santa Catarina Masahuat” (VMDVYDU - FISDL, 2008).

También en el marco del Proyecto Mejor Manejo de Cuencas Hidrográficas Críticas (USAID / MARN), mencionado anteriormente, una de las líneas de trabajo incluye realizar un análisis de café de sombra como componente de un Corredor Biológico en las 6 cuencas del área.

## Gestión de la Reserva

Uno de los puntos clave para la gestión de proyectos que conserven o mejoren la provisión de servicios ambientales dentro de la reserva de la biosfera, ha sido el establecimiento del comité de gestión de la reserva como punto de partida para el accionar coordinado, y compartido dentro de la misma, luego de su declaratoria en 2007.

En este sentido el Ministerio de Medio Ambiente como ente responsable y Punto Focal de Reservas de Biosfera, gestionó una consultoría con el fin de dar continuidad al tema en el marco del Programa de Fortalecimiento Institucional de la Agencia Internacional de Cooperación Española para el Desarrollo (AECID). Se planteó como objetivo general el “Conformar y establecer, en cada una de las Reservas de Biosfera, los Comités de Gestión y el Comité Nacional MAB” (MARN , 2009), con el objetivo de comenzar a construir la figura operativa que permita que todos estos esfuerzos sean apropiados responsablemente por las localidades.

Para la conformación del Comité de Gestión Apaneca – Ilamatepec, se propusieron los siguientes sectores:

- ONG comanejadoras
- Propietarios privados (cafetaleros y cooperativas)
- Microrregiones – alcaldías y sus unidades ambientales municipales
- Hoteles y restaurantes
- ADESCOS: Asociaciones de Desarrollo Comunitario
- Juntas de Agua
- COAL Complejo San Marcelino Comité Asesor Local del Área Natural Protegida
- Universidades
- Iglesias
- Indígenas
- PNC – seguridad pública
- El Director de la Reserva designado por el MARN

Con relación a la conformación e integración del Comité Nacional MaB - El Salvador, se ha llegado a la siguiente propuesta concertada en cuanto al número de miembros, representantes de sectores y vínculo con los gobiernos locales: “El Comité Nacional MaB - El Salvador”, estará integrado por un representante del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que será su Coordinador; dos representantes de cada uno de los Comités de Gestión de las Reservas de Biosfera; un representante del Ministerio de Educación; un representante del Ministerio de Turismo; un representante del Ministerio de Agricultura y Ganadería; un representante de todos los Municipios en cuyas jurisdicciones territoriales estén comprendidas las Reservas de Biosfera; un representante de la Secretaría del Consejo Nacional para la Cultura y El Arte; un representante de la Universidad de El Salvador y un representante por las universidades privadas; un representante por los Centros de Investigación; un representante por las organizaciones de propietarios de Reservas Naturales Privadas; un representante por las organizaciones Co - manejadoras de Áreas Naturales Protegidas comprendidas dentro de cada una de las Reservas de la Biosfera y que formen parte del Comité de Gestión de la Reserva respectiva; todos ellos acreditados legalmente”.(Resolución Ministerial creación del Comité Nacional Hombre y Biosfera de El Salvador, en revisión).

Recientemente la Alcaldía de Izalco, bajo una nueva administración, ha convocado a diferentes actores para trabajar y darle continuidad al tema, están sumamente motivados; a ellos se han unido los propietarios de Reservas Privadas y actores importantes de la comunidad. Esta municipalidad ha manifestado su interés en liderar la concertación entre el resto de las municipalidades que conforman la Reserva de Biosfera. La oportunidad para rescatar su identidad en base a un entorno dignificado



Talleres de concertación en Juayua



Participantes en la XIII Reunión de Red de Reservas de Biosfera de Iberoamerica y el Caribe, El Salvador, 2009

por esta nominación internacional, se ha convertido en un desafío, pero a su vez una esperanza para un pueblo cuyas raíces ancestrales fueron objeto de aniquilación histórica.

Es indudable que para nuestro país, la nominación de Reservas de Biosfera, ha significado una gran oportunidad para la dignificación de nuestro territorio, nuestra gente y nuestra cultura. También es una oportunidad única para mejorar y conservar los servicios ambientales que proveen los ecosistemas contenidos en la misma. Durante el desarrollo de la III Reunión Mundial de Reservas de Biosfera celebrada en Madrid, España en febrero del 2008, El Salvador se ofreció para ser sede para la XIII Reunión de la de Red Reservas de Biosfera de Iberoamerica y El Caribe, la cual se realizó en Febrero del 2009, teniendo como marco para el desarrollo de su agenda de trabajo, precisamente a Apaneca. Indudablemente que esto ha abierto un nuevo espacio para la Red de Reservas de Biosfera de la región Mesoamericana en múltiples aspectos de la temática del Programa sobre el Hombre y la Biosfera de UNESCO.

## Bibliografía

- Aguilar, C. (30 de julio de 2009). Infiltración de aguas del lago de Coatepeque (Z. R. Mendoza, Entrevistador)
- BM / RUTA / CONCULTURA. Perfil Indígena de El Salvador. San Salvador, El Salvador: Inédito.
- BMI. (2009). Avances de la Iniciativa del Geoturismo en los Bosques Tropicales de Café. Banco Multisectorial de Inversiones.
- CONCULTURA. (2002). Perfil de los Pueblos Indígenas en El Salvador. San Salvador, El Salvador: CONCULTURA 127 pp.
- Diario Oficial. (2005). Ley de Áreas Naturales Protegidas. San Salvador, El Salvador: Tomo N°366, Número 32 del 15 de febrero 2005.
- Hassan, RM; Scholes, R; Ash, N. (2005). Ecosystems and human well-being : current state and trends. The millennium ecosystem assessment series. Washington: Island Press.
- MARN . (2009). Creación y Establecimiento de Dos Comités de Gestión y Comité Nacional de Reservas de Biosfera. San Salvador, El Salvador: AECID.
- MARN /CBM. (2003). Primer Informe Nacional del Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas de El Salvador . Managua, Nicaragua: 1er Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas. 58 pp.
- MARN AECID. (2007). Propuesta Técnica de Reserva de Biosfera Apaneca – Ilamatepec. San Salvador, El Salvador: MARN.
- MARN. (2003). Diagnóstico Línea Base del Área de Conservación Apaneca - Ilamatepec. San Salvador El Salvador: Proyecto ECOSERVICIOS En: <http://www.marn.gob.sv/?fath=171&categoria=190>.
- Monro A, Monterrosa J, VenturaN, Godfrey D, Alexander D y Peña MC . (2002). Helechos de los Cafetales de El Salvador. San Salvador, El Salvador: Tecnoimpresos, S.A. de C.V. San Salvador. 72 pp.
- SalvaNATURA. (2008). Revista de Conservación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Fundación ecológica de El Salvador .
- VMDVYDU - FISDL. (2008). Plan de desarrollo territorial para la región de Sonsonate. San Salvador, El Salvador: MOP.

# Servicios Ecosistemicos en las Reservas de la Biosfera de Andalucía, España: expresiones culturales y turísticas

ÁGUEDA VILLA



## 1. Introducción

*“La naturaleza es sumamente generosa con la humanidad. No solo le proporciona el aire, la tierra y el agua, esto es, los elementos necesarios para su existencia, sino también una serie de reguladores como la alternativa del sol y la luna, el soplo benéfico de los vientos y la caída bienhechora de las lluvias que vienen permitiendo a la humanidad desarrollarse indefinidamente desde sus albores”.*  
Fan Zeng. Consejero de la UNESCO para la Diversidad Cultural.

Este artículo se centra en intentar describir si existen y como se están organizando los servicios culturales y turísticos en las Reservas de la Biosfera de Andalucía, si bien -considerando, por una parte, lo reciente de la incorporación del concepto de servicio de ecosistema como método de valoración del capital natural y, por otra, la

agueda.villa.ext@juntadeandalucia.es  
Comité Andaluz de Reservas de Biosfera

variedad de situaciones administrativa y de gestión presentes en la Red Mundial de Reservas de la Biosfera-, parece oportuno introducir la información imprescindible que enmarque la posible aplicación de este concepto -teórico y general- en una realidad socioterritorial y ambiental de ámbito regional.

Incardinar el concepto en su contexto -cómo deben entenderse los servicios de los ecosistemas en las reservas andaluzas de la biosfera-, exige, en primer lugar, definir los grandes rasgos de nuestro escenario de partida, para posteriormente ir poniendo el acento en sus ofertas de este tipo de servicios más alusivos al espíritu y catalogados como culturales y turísticos.

El enfoque de este trabajo comparte la descripción de casos, situaciones, instrumentos y conceptos con el análisis de los mismos, dado que, por lo novedoso de este tipo de análisis, no se cuenta todavía con un marco teórico y metodológico suficientemente experimentado y consensuado. Esta circunstancia dota de gran interés iniciativas de trabajos colectivos como éste, realizado en el marco de la Red IberoMaB y que permitirán ampliar los conocimientos actuales para extraer algunas conclusiones de carácter más general. Atendiendo a esa voluntad de aportar una tesela útil al amplio mosaico de las experiencias desarrolladas en reservas de la biosfera, parece oportuno señalar sintéticamente las siguientes consideraciones que ayudan a contextualizar los contenidos del artículo.

En torno al concepto de servicios de los ecosistemas, parece importante destacar que se trata de un concepto teórico emanado del ámbito científico e, inicialmente, ajeno a las reservas de la biosfera que intenta -desde el horizonte económico actual- medir los bienes derivados de la naturaleza, para ponerles un precio. Encontrar unos criterios y métodos de medición verdaderamente adecuados, eficaces y eficientes para estos bienes y que permitan ajustar de forma digna su precio, supone un reto importante ante el cual hay que actuar con cautela, pues medir significa normalmente cuantificar y no es fácil desde la cuantificación, apreciar el valor de los servicios y, especialmente los culturales, que, por definición ofrecen beneficios inmateriales y, consecuentemente, incontables.

Por otra parte, en la desagregación de estos servicios culturales en tres subcategorías: culturales-religiosos, estéticos y de recreación-ecoturismo, se trabaja con bienes de origen y funciones distintas. Esta circunstancia hay que tenerla en cuenta a la hora del análisis ya que, mientras los bienes las dos primeras subcategorías suelen pertenecer sustancialmente al ámbito cultural heredado de las sociedades locales y han sido concebidos por y para ellas, con objeto de explicar y valorar patrimonialmente su relación con sus paisajes vitales; los bienes de la última, se suelen relacionar con el ámbito de las industrias culturales y del turismo, que normalmente son concebidas como actividades económicas productoras directas de beneficios contables para empresarios y técnicos, en gran medida foráneos.

En cuanto a las nueve Reservas de la Biosfera declaradas en Andalucía, es necesario entender su funcionamiento en el marco de la Red de Espacios Naturales Protegidos autonómica, pues todas ellas se asocian al menos a un Parque Natural, que aporta sus instrumentos de planificación y su modelo de gestión según la legislación ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Esta situación genera una doble identidad a estas reservas-parques naturales cuya visualización no está aún bien re-

suelta, de forma que su naturaleza jurídica, administrativa y de gestión como Espacio Natural Protegido suele opacar la de Reserva de la Biosfera. Esta disfuncionalidad es más aparente que real, pues para su coordinación como reservas de la biosfera, cuentan con un órgano específico y perfectamente imbricado en la estructura de la Consejería de Medio Ambiente, el Comité Andaluz de Reservas de la Biosfera (1999) cuyos miembros, a su vez, suelen participar tanto de las administraciones cotidianas de los respectivos espacios naturales protegidos como de los distintos órganos que conforman el Comité MaB Español, dando lugar a una relación directa entre las escalas locales, comarcales, regionales y nacionales.

De todo lo anterior se deduce que para conocer el funcionamiento de las reservas de la biosfera andaluzas hay que analizarlas en el marco general de las políticas ambientales de esta Comunidad Autónoma, considerando su doble identidad y asociando a las mismas los órganos de gestión y participación, los instrumentos de planificación y las medidas concretas que articulan los espacios naturales protegidos a los cuales se vinculan. Solo desde esta visión, más compleja y cercana a la realidad se podrán diagnosticar sus fortalezas y debilidades.

Establecer este marco es relevante en relación con los servicios culturales de los ecosistemas y especialmente con la subcategoría de turismo y recreación, pues se viene observando que los espacios naturales protegidos se están conformando como destino turístico bajo distintas adjetivaciones del término (ecoturismo, turismo rural, activo, cultural, interior...). Esta ampliación de la demanda se relaciona con dos hechos encadenados, uno de carácter más general como es la progresiva sensibilización social ante los problemas ambientales, y otro, más específico, que tiene mucho que ver con el desarrollo de acciones institucionales de publicitación y divulgación de los espacios naturales protegidos como un patrimonio a conservar y disfrutar.

Andalucía participa plenamente de esta dinámica pues, en su ley básica promulgada en 1989, se reconocía que la vocación de sus espacios naturales protegidos era la de convertirse en bienes patrimoniales en los cuales, además de trabajar por la conservación de la biodiversidad natural, se mejoraran las condiciones sociales de las poblaciones locales y fueran lugares para el aprendizaje y el disfrute. Desde esa fecha y en consonancia con la evolución de otros aspectos como patrimonio, turismo y desarrollo, se vienen poniendo en práctica conceptos, programas y medidas concretas que están dando lugar, a que se estén redefiniendo las identidades socioterritoriales de algunas zonas rurales en función de su carácter de espacio protegido.

Este último aspecto es muy significativo si lo relacionamos con los servicios culturales de los ecosistemas, pues indicaría que, aunque recientes, los aspectos medioambientales están siendo determinantes en la construcción de nuevas identidades socioterritoriales con sus propios bienes y productos culturales contemporáneos. De esta realidad –no exenta de contradicciones- existen múltiples signos y síntomas (publicaciones, ferias, festivales culturales, programas de turismo...), aunque no se han determinado todavía los hitos, variables y actores que están incidiendo en este proceso, muy complejo y que –con suerte- podría caminar hacia una recreación identitaria contemporánea.

En definitiva, y por la cantidad de categorías que en este trabajo se pretenden manejar, debe entenderse como situado a caballo entre la descripción y la reflexión

y con la intención de poner de manifiesto la necesidad de repensar la relación entre bienes culturales y turismo en las reservas de la biosfera, de manera que se consigan horizontes conceptuales y metodológicos que faciliten desarrollar -de la manera más sana, airosa y justa posible- el proceso iniciado de intentar poner precio – de convertir en capital natural, en economía- a esa generosidad irredenta de la naturaleza para con la humanidad, a la cual alude la cita de Fan Zeng que abre esta introducción.

## 2. Reservas de la Biosfera y servicios de los ecosistemas

Abrir un cauce de relación -estrecho y permanente- entre las reservas de la biosfera y los servicios de los ecosistemas es un hecho completamente lógico, dado lo adecuado de las funciones de esta figura para aplicar y evaluar el concepto de servicio ecosistémico. De forma sintética, parece importante recordar que los objetivos del Programa MaB (1971) para las Reservas de la Biosfera (1974) se concentran en: contribuir a mejorar la gestión de los recursos naturales abordando el conocimiento de los ecosistemas desde una perspectiva interdisciplinar, incluyendo el manejo humano tradicional, y con la finalidad -muy aplicada- de obtener estrategias y acciones que fueran de aplicación práctica<sup>1</sup>.

La Reserva de la Biosfera, como concepto articulador de la conservación de recursos naturales con el desarrollo social y endógeno aplicado a la gestión, era novedoso en la década de los años setenta del siglo pasado, pero la evolución paralela e inseparable de los problemas ambientales y sociales, ha dado lugar a que la figura gane protagonismo como marco de gran interés para acoger iniciativas y proyectos que necesiten una visión integrada y global<sup>2</sup>.

En ese contexto, las reservas de la biosfera, aparecen como escenarios absolutamente idóneos para el desarrollo de experiencias piloto de evaluación de los recursos naturales que componen el capital natural de un espacio y que producen los denominados servicios de los ecosistemas<sup>3</sup>. Su idoneidad, además de en las propias funciones de la figura, se refleja en distintas cuestiones como, por ejemplo: la calidad de los ecosistemas que representan; su escala socioterritorial, lo suficientemente amplia para poder observar procesos muy variados; y, el hecho de estar agrupadas en una gran Red Mundial con 553 sitios en 107 países y canales de comunicación establecidos, con lo que esto supone, para poder comparar y rentabilizar los resultados de las experiencias que se desarrollen.

---

<sup>1</sup>Las Reservas de la Biosfera nacen en el marco de este Programa para desarrollar sus determinaciones y, desde el año de su nacimiento, han ido perfilando sus objetivos y funciones, siempre dentro del concepto adaptativo de esta figura, cuyos lugares fueron definidos en el marco estatuario (1995) como “Zonas de ecosistemas terrestres, costeros, marinos, o una combinación de los mismos, reconocidas en el plano internacional como tales en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MaB) de la UNESCO”

<sup>2</sup>Es importante, tener siempre presente esta definición de la Estrategia de Sevilla, 1995 “Las Reservas de la Biosfera deben contribuir a preservar y mantener valores naturales y culturales merced a una gestión sostenible, apoyada en bases científicas correctas y en la creatividad cultural. La Red Mundial de Reservas de la Biosfera, tal como funciona, según los principios de la Estrategia de Sevilla, es un instrumento integrador que puede contribuir a crear una mayor solidaridad entre los pueblos y naciones del mundo.”

<sup>3</sup>Se entiende por servicios de los ecosistemas al conjunto de bienes que –directamente o a través de algún proceso de transformación- derivan de la naturaleza, son indispensables para la vida humana y dependen del mantenimiento, en buen estado, de los mecanismos socioecológicos que producen los citados bienes

La oportunidad de esta relación se ha reconocido y recogido en el Plan de Acción de Madrid para las Reservas de la Biosfera (2008-2013), que fue aprobado en el marco de la III Conferencia Mundial de Reservas de la Biosfera (Madrid, 2008) y que está finalizando su proceso de adaptación a las características de la Red Española de Reservas de la Biosfera, a la cual pertenecen las nueve reservas de Andalucía. Este reconocimiento, facilita que las reservas de la biosfera puedan participar activamente en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM)<sup>4</sup>, el programa de trabajo internacional de la ONU, enmarcado en los Objetivos del Milenio. Este programa, ha sido concebido para reunir información y conocimientos que reorienten las actuales políticas de gestión de los ecosistemas, con acciones que favorezcan la permanencia de sus bienes y servicios; entendiéndolos como la base indispensable para la salud y el bienestar humano. La Evaluación del Milenio, se concibe, por tanto, como un instrumento práctico y útil, esperándose que tales evaluaciones integradas se realicen manteniendo una regularidad establecida (cada 5 a 10 años) y estudiando los ecosistemas a distintas escalas (nacional, subnacional, regional, local-comarcal, etc.).

Adoptando la descripción y categorización de las funciones y servicios de los ecosistemas reseñadas en el Plan de Acción de Madrid: servicios de apoyo, regulación, abastecimiento y culturales, los últimos -relacionados con el patrimonio y, por tanto, con la memoria e identidad de las sociedades que interaccionan con los ecosistemas-, son, quizás, los que mayor fragilidad presentan en la actualidad, dado el rápido y grave proceso de degradación y pérdida que están sufriendo<sup>5</sup>. La fragilidad específica de esta tipología de servicios viene dada por variables múltiples y muy diversas, pero en este contexto hay que considerar especialmente que aunque el turismo e interpretación del patrimonio puedan cumplir una función importante como dinamizador de las economías locales, ésta, hay que considerarla siempre como un beneficio añadido a la función principal del patrimonio que se centra en sustentar la base social, económica, espiritual y artística de las comunidades que lo han construido<sup>6</sup>.

Si consideramos esta dualidad de funciones, se entiende que los productos turísticos e interpretativos que se diseñen-además de tener una calidad suficiente-, deben elaborarse en un marco del respeto a su función principal, preservando la dinámica propia de cada uno de los recursos culturales<sup>7</sup> a partir de los cuales se elaboran. Por tanto es fundamental establecer criterios claros en el proceso de construcción de un servicio turístico y/o interpretativo, obtener un conocimiento<sup>8</sup> lo más completo

---

<sup>4</sup>La EM fue inaugurada por el Secretario General de la ONU en junio de 2001 y tiene como objetivo proveer de información científica al Convenio sobre Diversidad Biológica, el Convenio de Lucha contra la Desertificación, el Convenio de Ramsar sobre Humedales y el Convenio sobre Especies Migratorias, así como a múltiples usuarios en el sector privado y la sociedad civil.

<sup>5</sup>En el resumen de los resultados de los 24 servicios evaluados EM (ONU, 2005) la situación de los valores culturales, espirituales y estéticos, aparecen como en paulatina degradación y, en relación al turismo se admite una situación muy contradictoria pues, si bien se considera positivo la mayor accesibilidad actual a los lugares donde están estos valores, a la par, se reconocen que éstos están en franca degradación, a la cual no es ajena la actividad turística, tal como se realiza en la actualidad.

<sup>6</sup>El patrimonio entendido como: la herencia de cada grupo social, una memoria de largo recorrido, viva y común, con la cual logra trascender -en tiempo y en espacio- la acción individual de cada miembro de la comunidad.

<sup>7</sup>Sin entrar en el debate de la banalización y degradación que su uso como recurso turístico puede acarrear a las manifestaciones culturales, hay que tenerlas en cuenta, pues se trata de un problemática compartida por puntos muy distantes del planeta y que, en ocasiones, tiene mucho que ver con un diseño deficiente en el conocimiento de las funciones, los ritmos y las claves del patrimonio a interpretar.

posible de los valores que se van a mostrar, e incardinar en todo el proceso a los agentes locales<sup>9</sup> interesados o, a interesar, dado que son piezas claves para conseguir productos de interés, originales y representativos, que se articulen en la estructura socioeconómica de las reservas, sin interrumpir sus funciones simbólicas e identitarias.

En función de lo señalado, parece que una de las cuestiones más importantes a la hora de desarrollar actividades de turismo e interpretación en las reservas de la biosfera -evitando los problemas que la aplicación de un modelo turístico convencional está acarreado en muchos lugares patrimoniales-, está en conseguir un método de diseño adaptado a lo que significa la reserva de biosfera como concepto común y al patrimonio específico de cada una de ellas. El método de representación de estos servicios –atendiendo a su propia definición- debe primar la valoración cualitativa<sup>10</sup> y ser capaz de mostrar la unicidad del patrimonio:

“Bienes que ofrecen beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, el recreo y las experiencias estéticas entre las que se encuentran los sistemas de conocimiento [populares], las relaciones sociales y los valores estéticos”

La definición del método o los métodos idóneos para abordar el diseño de estas actividades desde un contexto medioambiental, cultural y social sano y renovable, es un reto muy adecuado para las reservas de la biosfera, dada su función como laboratorios de experiencias e, indudablemente, la definición del turismo y la interpretación del patrimonio como un servicio más del ecosistema le da una perspectiva muy adecuada para evitar algunos de los vicios de la actividad turística tal como se desarrolla actualmente<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup>La tarea de diseñar este tipo de productos turístico no es simple, dado que, además de conseguir describir e interpretar de forma suficiente, acertada y atractiva los aspectos culturales y/o estéticos que se estén poniendo en valor, hay que ponerles un precio que ayude a la diversificación económica de las sociedades locales sin monopolizarla.

<sup>9</sup>La población local debe participar de forma activa en todo este proceso por una causa fundamental: al haber adquirido por su tradición y su forma de vida el conocimiento y las claves de sus propio patrimonio, es, por tanto, la que mejor puede diseñar unos productos turísticos y de recreación que no destruyan el equilibrio de su sistema de relaciones y cuyos beneficios económicos impulsen, de forma efectiva y estructural, el desarrollo endógeno. El apoyo que indudablemente necesitan las comunidades locales, se debe enfocar hacia unas carencias muy concretas como complementar su formación en técnicas de pequeñas empresas, financiación para adecuación de alojamiento y restaurantes, marcas de calidad, comercialización, etc.

<sup>10</sup>Es importante tener en cuenta que para describir e interpretar los aspectos culturales, estéticos de las reservas de la biosfera (como ejemplos de zonas rurales de interés) hay que acudir a la información cualitativa y, especialmente, a los saberes populares derivados del conocimiento secular de las poblaciones locales. Partiendo de esta premisa, es importante recordar que este tipo de saberes, se sigue considerado -en el marco académico actual heredado de la ilustración-, como científico y, en el mejor de los casos, se ha relegado a lo meramente folklórico o, incluso, ha sido una información despreciada dentro del contexto académico actual. Es una situación contradictoria que hay que solucionar, y en relación a esta cuestión, hay que recordar que en III Conferencia Mundial de Reservas de la Biosfera (Madrid, 2008) se puso de manifiesto que la consideración de los saberes locales tradicionales como conocimiento muy válido y útil para incorporar a los modelos de gestión en espacios protegidos y reservas de la biosfera era una vieja aspiración que no se terminaba de conseguir, solicitándose por el plenario que apareciera en el Plan de Acción de Madrid como un objetivo a cubrir.

### 3. Andalucía y sus Reservas de la Biosfera

Andalucía cuenta con 9 de las 40 Reservas de la Biosfera que componen la Red Española, un número que alcanza su significación real al considerar que sus 1.346.622 ha suponen el 32 % de todo el territorio reconocido en el Estado Español con este galardón de la UNESCO. Esta situación actual refleja el fruto de un proceso de políticas ambientales largo y compartido con el resto del Estado, en el cual la región andaluza ha participado activamente ilustrándose con los siguientes hitos: la Sierra de Grazalema declarada en 1977, encabeza, junto con el Montseny, la lista de declaraciones de Reservas de Biosfera en España; en 1985 se celebra en Sevilla la II Conferencia Internacional de Reservas de Biosfera o “Conferencia de Sevilla”, de la cual emanaron dos documentos -La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de las Reservas de Biosfera-, los cuales, complementados con el Plan de Acción de Madrid (2008), continúan siendo el marco de acción para la Red Mundial.



**Autor:** Ana Elena Sánchez de Dios

---

<sup>11</sup>Uno de los problemas más graves está en la tendencia de la actividad turística a monopolizar la estructura socioeconómica de espacios concretos desajustándola completamente, pues para su implantación exige determinadas condiciones de confort urbano (infraestructuras, alojamientos, horarios, temporalizaciones, etc.) que acaban entrando en conflicto y fracturando el propio ritmo vital del patrimonio que se interpreta y termina tematizando sus contenidos. En ese sentido, orientar la consideración del turismo como un servicio más del ecosistema, lleva implícito su interdependencia del resto de los servicios y, por tanto, se entiende que el éxito y la viabilidad presente y futura de la oferta turística y recreativa de cada reserva de la biosfera, se fundamenta en mantener vivos los procesos de construcción del patrimonio que está interpretando.

En 1.999 se creó el Comité Andaluz de Reservas de Biosfera (Decreto 213/1999), el primero de carácter autonómico del Estado Español, y, finalmente, en octubre del 2006, se ha declarado la última reserva andaluza la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España)-Marruecos, la primera Reserva de Biosfera Transfronteriza del Estado Español y la primera de la Red Mundial que incluye un corredor marino que comunica dos continentes y cuya propuesta ha sido elevada a la UNESCO de forma conjunta por los gobiernos implicados.

Las 9 Reservas de Biosfera declaradas en Andalucía, se inscriben en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía<sup>12</sup> y todas acogen uno o varios Parques Naturales, además de algunos otros espacios protegidos. La concordancia en Andalucía entre sus Reservas de la Biosfera y 11 de sus 24 Parques Naturales dan lugar a que, a excepción del Odiel, éstas cuentan con instrumentos de gestión y planificación –Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) y Plan de Desarrollo Sostenible (PDS)<sup>13</sup> - acordes con las determinaciones del Programa MaB para este figura; si bien en la denominación aparecen referenciados los nombres de los parques naturales<sup>14</sup>.

Como se observa en el mapa adjunto, las reservas andaluzas aparecen distribuidas por el conjunto regional, sintetizando su biodiversidad con humedales como El Odiel y Doñana; montañas alpinas como Sierra de las Nieves, Sierra Nevada, Sierra de Grazalema y las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas, que ya conectan con el zócalo paleozoico de la meseta. En el extremo occidental de este zócalo, se localiza la reserva Dehesas de Sierra Morena, que ha incorporado a la Red Mundial un sistema original y propio de la Península Ibérica, las dehesas; igualmente específico son los relieves volcánicos y la morfología desértica del Cabo de Gata, combinadas con sus fondos marinos asociados. De todo el conjunto es interesante destacar los rasgos definitorios de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo, pues desarrolla las premisas de los espacios transfronterizos del Programa MaB, al entender que es preciso -salvando las fronteras políticas- generar espacios de comunicación, en los cuales reconsiderar y redefinir las relaciones naturales y humanas.

## 4. Servicios culturales de los ecosistemas en las Reservas de la Biosfera de Andalucía

En todas las reservas de la biosfera andaluzas se pueden encontrar ejemplos de interés de los servicios culturales de los ecosistemas en cualquiera de sus subcategorías,

---

<sup>12</sup>La información sobre la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía está disponible en la Web de la CMA.

<sup>13</sup>El objetivo final del PDS es: mejorar el nivel y la calidad de vida de la población del área socioeconómica del Parque Natural, de forma compatible con el cuidado del medio natural, y considerando el Parque natural como un activo fundamental del desarrollo local.

<sup>14</sup>A través del Comité Andaluz de Reservas de la Biosfera, en el cual están representados los conservadores de los parques naturales implicados, se tratan y resuelven los aspectos más relacionados con su calidad como Reserva de la Biosfera, a la par que se trata de conseguir una mejor visibilidad de esta figura, actualmente opacada por la Parque Natural.

cuya forma de organización y gestión pueden responder a instrumentos y determinaciones generales para el conjunto de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía o bien ceñirse a una regulación específica.

La descripción de las funciones y los servicios culturales de las reservas de la biosfera de Andalucía se realizarán atendiendo a la desagregación en las tres subcategorías señaladas en el esquema facilitado y común para el conjunto de los casos –valores espirituales y religiosos, valores estéticos y recreación y ecoturismo- entendiendo, como se ha reseñado en la introducción, que responden a tiempos, inquietudes y necesidades distintas: pues si lo espiritual-religioso junto con lo estético se relacionan directamente con la función patrimonial tradicional, la última categoría -la recreación y el ecoturismo- se refiere, expresamente, a los servicios susceptibles de complementar las economías locales en las reservas de la biosfera. Estos servicios de recreación y turismo se pueden establecer tanto sobre los bienes culturales tradicionales, como sobre algunos bienes y citas festivas que se están construyendo en la actualidad y ya en el marco de la aplicación de las políticas de conservación y desarrollo endógeno<sup>15</sup> (ferias de productos castaña, aceituna, jamón, etc., festivales y jornadas locales de patrimonio...).

A la hora de definir los servicios culturales (espirituales, monumentales, de creación...) y turísticos e interpretativos en la reservas de la biosfera de Andalucía hay que tener en cuenta que, sobre los bienes culturales susceptibles de uso turístico e inscritos en el ámbito socioterritorial de las reservas de Andalucía, inciden competencias muy variadas que dificultan aunar los criterios de valorización y gestión de los mismos. Para solventar estas dificultades –que aún no han sido abordadas de forma general- se están poniendo en marcha fórmulas novedosas y adaptadas a escenarios y problemas concretos que complementen y flexibilicen los modelos actuales de gestión de estos espacios, los cuales –como se ha señalado con anterioridad- se desarrollan en un contexto de planificación adecuado (PORN, PRUG y PDS) y cuentan con un sistema establecido de información y participación interadministrativa y pública.

Por otra parte, hay que considerar que la variedad y especificidad de las expresiones culturales desarrolladas en las reservas andaluzas hace imposible un análisis completo de las mismas, por lo cual en los apartados siguientes se establecerán los rasgos generales de cada categoría profundizado en los casos más representativos.

#### **4.1 Valores espirituales y religiosos**

La posición, ya señalada, de doble encrucijada de la región de Andalucía, ha favorecido su riqueza en manifestaciones de distintas culturas asociadas a pueblos venidos desde direcciones muy distintas<sup>16</sup>, si bien, el temprano desarrollo de sucesivas y complejas civilizaciones en torno al Mar Mediterráneo y la intensificación de

---

<sup>15</sup>Lógicamente el tratamiento de estos dos grupos de bienes debe ser muy distinto a la hora de diseñar su producto turístico, pues, si bien para los primeros –nacidos en otro tiempo para la cohesión y representación simbólicas-estéticas de las sociedades locales- supone una reestructuración que puede violentar su función primordial, los segundos, están en construcción y llevan incorporada –además de una revisión local de sus propios valores en la coyuntura ambientalista actual -, la vocación de publicitarse hacia el exterior.

<sup>16</sup>En la Península Ibérica han venido convergiendo pueblos llegados por rutas y pasos migratorios muy distintos (los Pirineos, distintos puntos del Atlántico, África y las riberas del Mediterráneo).

los contactos entre ellas, especialmente entre el II y I milenio AC., dio lugar a unas formas de espiritualidad popular de gran arraigo en torno a santuarios asociados a accidentes geográficos específicos (peñas, humedales, surgencias, cuevas...). Muchos de estos santuarios -los más importantes y significativos asociados al culto de la virgen María-, permanecen en la actualidad<sup>17</sup> vinculados a la trama socio-territorial de cada una de las áreas rurales a las cuales se vincula, ubicándose en lugares periféricos, relativamente aislados y escasamente humanizados; de ahí que un buen número de ellos estén incluidos en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y, por extensión, en sus Reservas de la Biosfera.

Del conjunto de las nueve reservas de la biosfera, en todas se cuentan con lugares de devoción asociados a una o varias fiestas y, aunque el alcance y popularidad sea muy desigual entre ellos, todos se sustentan sobre la misma raíz: representan la vinculación de un grupo humano con su entorno, con su paisaje vital, manifestando su identidad como tal. Las romerías son las fiestas de mayor afluencia de público y las de mayor incidencia territorial, dado que, las distintas citas que se producen en torno a los santuarios van acompañadas de peregrinaciones con distinto grado de ritualización.

Estas romerías tienen una gran tradición en las sociedades rurales andaluzas y un fuerte respaldo social representado en las hermandades y cofradías a las cuales se vinculan las imágenes devocionales, de ahí que, la declaración como espacio natural protegido con la regulación de uso y tránsito que han incorporado a los lugares donde se ubican los santuarios y una parte importantes de sus rutas de peregrinación, venga dando lugar a conflictos de alcances muy distintos.

Experiencia seleccionada: acciones para la organización y regulación consensuada de las peregrinaciones en torno al Santuario de El Rocío, en la Reserva de la Biosfera de Doñana.

La elección de esta experiencia se sustenta en varias y variadas cuestiones entre las que destacan:

- Se trata del santuario mariano más conocido de Andalucía y que cuenta con hermandades filiales a esta devoción en todo el Estado Español, algunos otros países europeos, Iberoamérica y Australia.

- El Rocío y los espacios naturales protegidos de la Reserva de la Biosfera de Doñana mantienen una relación indisoluble, constituyendo un paradigma de unidad patrimonial, independientemente de que sus elementos sean naturales o culturales y estén reconocidos de forma independiente por instituciones ambientales y culturales.

- El importante y paralelo crecimiento de Doñana y El Rocío como bienes patrimoniales entendidos por separado y desde ópticas sectoriales, ha dado lugar en las últimas décadas a coyunturas conflictivas que ha obligado a poner en práctica experiencias de gestión abordadas desde una perspectiva integradora.

Como características básicas del santuario<sup>18</sup> se puede destacar que trata de un lugar sagrado secular -situado al borde del humedal de Doñana en el punto denominado en

---

<sup>17</sup>Estas devociones y sus expresiones festivas se mantienen sometidas a la evolución innata de las formas de cultural popular que las mantiene como un proceso simbólico-social vivo, facilitando su permeabilidad.



Autor: J. M. Pérez de Ayala

Santuario de Nuestra Señora del Rocío, en la Madre de las Marismas



Peregrinos

la toponimia local como “La Madre”- ocupa una posición estratégica conformándose como un punto doblemente fronterizo pues, a su papel de vera o frontera natural entre las marismas y las arenas, hay que sumarle su histórico papel tradicional como frontera administrativa, al menos desde la Edad Media.

Las noticias primeras, relativas a la presencia del santuario, datan del siglo XIV, sin embargo, se consideran posible su relación con las divinidades femenina en el contexto cultural del mundo antiguo mediterráneo (Fernández Jurado, 2005). Aparte de esta sugestiva hipótesis -fundamentada, entre otros argumentos, en la tipología de la creencia y en la manifestación y morfología de algunos de sus ritos- la ermita de N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> de las Rocinas aparece nombrada en una mojonera y en el “Libro de la Montería” de Alfonso XI. Ambas citas son de la primera mitad del siglo XIV, una fecha temprana si se considera que esta zona se conquistó y reordenó por los reyes cristianos a lo largo de la segunda

<sup>18</sup>De este santuario y sus fiestas se cuenta con un alto número de publicaciones, estudios, páginas Web, foros, películas, fotografías etc. abordadas desde perspectivas muy distintas, pero dada la temática de este trabajo es recomendable el artículo El Rocío y el Turismo Peregrinación disponible en formato digital.

mitad del siglo XIII.

Desde finales del siglo XVI existe culto regulado en el santuario que pertenece al término municipal de Almonte, del cual la Virgen del Rocío es patrona y las primeras hermandades de peregrinación datan del siglo siguiente, dando una idea del arraigo popular de este lugar y sus fiestas. Las fiestas que se celebran actualmente alrededor de la Virgen del Rocío son variadas y han ido evolucionado y creciendo a lo largo de los siglos, si bien como ha ocurrido con la aldea, las transformaciones más importantes se vienen dando en las últimas décadas. El Rocío Grande o Romería de Pentecostés, El Rocío Chico, La Fiesta de la Luz y las peregrinaciones de las hermandades se inscriben en el ciclo festivo anual mientras, La Venida de la Virgen hasta Almonte se celebra con una periodicidad de siete años.

La relación entre el desarrollo de las distintas fiesta y los espacios protegidos de Doñana es muy significativa tanto en espacio como en tiempo, dado que las partes más singulares de las rutas de peregrinación atraviesan los espacios protegidos y, la proliferación en las últimas décadas de citas devocionales-festivas cada vez más masificadas, ha dado lugar a que casi todos los fines de semana se multipliquen los tránsitos que han incorporado elementos nuevos como vehículos a motor, telefonía móvil, iluminación eléctrica, etc., que, realmente, distorsionan tanto el medio natural como la forma tradicional de realizar estas peregrinaciones, determinando un escenario contradictorio al generar -a la par- paisajes patrimoniales simbólicos e impactos

Sin embargo, en los intentos iniciales de regular esta controversia se entendió –en función de las posturas y disposiciones normativas de aquella coyuntura- como un conflicto entre la regulación de Doñana como espacio para la conservación y el uso de sus caminos para tránsitos indebidos, entre los cuales destacaban los tránsitos rocieros. Con la experiencia de los últimos veinte años y la evolución de los conceptos de desarrollo y conservación se ha evolucionado hacia otro tipo de medidas más complejas y diseñadas de forma participada que se abordan entendiendo el patrimonio como indisoluble y de interés común. El producto final de esta experiencia será la aprobación del Plan de Sectorial para las Peregrinaciones del Rocío, pero a lo largo del proceso se han ido desarrollando distintos hitos de gran interés:

- Trabajo continuado para establecer contactos y acercar posturas entre los principales actores: responsables de los espacios naturales protegidos de Doñana, Hermandad Matriz y conjunto de las 108 hermandades filiales; además de las asociaciones, responsables municipales y otras instituciones.

- Participación en el Plan Romero desarrollado anualmente para la organización de la romería anual “Rocío Grande” o “Romería de Pentecostés” -coordinado la Consejería de Gobernación de la Junta de Andalucía- de los responsables ambientales que han incorporado, como actuaciones estructurales, distintos procedimientos para la protección ambiental como la vigilancia y prevención de incendios, establecimiento de sistemas especiales para la recogida de residuos sólidos, etc.

- Impulso y publicación en 2001 de un “Manifiesto por El Rocío y Doñana” que fue ratificado por la Consejería de Medio Ambiente, la Hermandad Matriz de Almonte, que articula el sistema de hermandades y asociaciones del Rocío, el Ministerio de Medio Ambiente, el Parque Nacional y el parque natural de Doñana. Se conformó como una iniciativa de gran interés, cuyo objetivo era abrir un proceso de colabo-

ración conjunta para evitar degradación ambiental y cultural en las peregrinaciones del Rocío desarrolladas por Doñana.

- A partir de la firma se vienen desarrollando una campaña anual de comunicación social coincidiendo con la romería de Pentecostés que tienen como título: Doñana es tu camino, que consiste en facilitar información, bolsas, folletos y otras medidas tendentes a que los peregrinos conozcan, valoren y respeten los valores ambientales y su normativa.

- Promulgación de una orden del 10 de enero 2006, por la cual desde la Consejería de Medio Ambiente se regula el tránsito a motor en las veredas Camino de Sevilla y Rocío (Raya Real) y de La Rocina (Camino de Moguer), en virtud de sus competencias en espacios naturales protegidos, vías pecuarias y terrenos forestales. Esta orden que en principio aparecía como un instrumento complicado está dando lugar a un contacto directo y constante y fructífero entre los peregrinos y la administración ambiental.

- La elaboración de un Plan Sectorial específico para las actividades relacionadas con El Rocío, es una propuesta repetida en sucesivos PRUG de Doñana como un instrumento definido dentro de los criterios de gestión y cuya elaboración se ha abordado finalmente en los últimos años desde el área de gerencia del espacio natural.

## 4.2 Recreación y ecoturismo

La recreación y el ecoturismo, entendidos como servicios de los ecosistemas, pueden y deben desarrollar una función muy importante para comprender y asumir la importancia para las sociedades actuales de mantener sanos los ecosistemas que nos sustentan; pues, ambos servicios están relacionados con el reciente proceso de percepción de los espacios naturales protegidos como productos de la cultura contemporánea<sup>19</sup>, y expresan, por tanto, necesidades e inquietudes actuales. Son servicios interdependientes y deben ir bien articulados, aunque cada uno debe ocupar un lugar preciso en el proceso, de manera que se ordene de forma lógica y armónica, dando lugar a productos de calidad.

De forma sencilla se puede entender por recreación<sup>20</sup>, las acciones (impulsadas por instituciones públicas y/o agentes privados), orientadas a dotar a los valores patrimoniales tradicionales (funcionales o disfuncionales), de una nueva vida o de

---

<sup>19</sup>No es necesario insistir en este aspecto ya tratado en este mismo artículo, pero parece importante recalcar que se están dando contradicciones en la concepción y construcción de estos productos, de nuevo concebidos y demandados por y para las sociedades urbanas. Esta situación habría que considerarla e intentar solventarla, evitando que se repitiera el modelo convencional de la actividad turística, con sus conocidas consecuencias en los espacios protegidos y/o reservas de biosfera. Ante esta coyuntura sería fundamental trabajar una definición específica y aplicada de turismo y recreación en reservas de la biosfera que recogiera estas preocupaciones y cautelas, aclarara método, actores, productos, temporalizaciones... . A partir de éste trabajo previo se podrían diseñar y desarrollar distintas experiencias que sirvieran de ejemplo para el conjunto de espacios rurales que están considerando el turismo como una perspectiva económica de interés, pero que no cuentan con instrumentos útiles a la hora de abordarlo de forma autogestionada.

<sup>20</sup>La palabra recrear contiene los dos significados que tienen que ver con la intención de la recreación: crear de nuevo y hacer pasar el tiempo agradablemente.

una función añadida a la original. Esta nueva vida o función añadida debe responder a un discurso interpretativo complejo y capaz de transmitir conocimiento, emoción y compromiso a un público numeroso y variado y, de forma sencilla, cercana y solidaria. Conformar un discurso interpretativo que atienda a esta definición es laborioso y difícil, dada la sectorialización de las competencias, de ahí que las experiencias actualmente en desarrollo en Andalucía, responden a iniciativas sectoriales a las cuales se van sumando, paulatinamente, otras voluntades.

Experiencias de recreación seleccionadas: Uso Público en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y Marca Parque Natural de Andalucía

### 1. Uso Público en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (Programas de Uso Público, Ventana del Visitante)

Las actividades relacionadas con el uso público<sup>21</sup> se inician en los espacios naturales de Andalucía prácticamente coincidiendo con la promulgación, en 1989, de su ley básica ya citada, en la cual se señalaba la vocación de estos espacios como escenarios para el disfrute y la educación ambiental de la población. Desde esa fecha, el uso público en Andalucía ha evolucionado en paralelo a los nuevos contenidos, preocupaciones y estrategias que se vienen incorporando a las políticas ambientales, respondiendo al cambio operado en la percepción de las sociedades occidentales en relación a los problemas ambientales.

En la actualidad cada uno de los parques naturales de Andalucía deben aprobar un Programa de Uso Público en calidad de instrumento de desarrollo de su Plan Rector de Uso y Gestión. Estos programas de uso público definen las directrices, condiciones y criterios de actuación para el diseño de equipamientos, actividades y servicios y tienen su contexto general en dos documentos: Reflexiones sobre el Uso Público. Orientaciones (CMA, 2000) y Estrategia de Acción para la gestión del Uso Público (CMA, 2003). Este último documento ha supuesto un hito de mucho interés, pues establece una definición que denota la significación que un uso público –adecuado, bien orientado y de calidad- puede jugar en la recreación y comunicación a la sociedad de los valores patrimoniales de estos lugares, desde su gestión y administración como espacio natural protegido:

“Uso público en un espacio natural protegido es el conjunto de actividades y prácticas, relacionadas con el recreo, la cultural y la educación que son apoyadas por un conjunto de programas, servicios e instalaciones que, independientemente de quien los gestione, debe garantizar la administración del espacio natural protegido con la finalidad de acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales, de una forma ordenada, segura y que garantice la conservación y la difusión de tales valores por medio de la información, la educación y la interpretación ambiental.”

Las 9 reservas de la biosfera de Andalucía participan del actual proceso de desarrollo del uso público en la región y las 8 que acogen parques naturales contarán con sus respectivos programas de uso público, si bien, como se ha señalado varias veces, la deficiente visualización de esta figura dificulta asociarlas a estos instrumentos.

---

<sup>21</sup>Toda la información sobre uso público en Andalucía (estrategia, programas, publicaciones, etc., está disponible en la Web de la Consejería de Medio Ambiente)

Dentro de los instrumentos de uso público en desarrollo es interesante la experiencia denominada Ventana del visitante de los Espacios Naturales, una aplicación informática vía página Web con información general para facilitar las visitas. Esta ventana virtual tiene un fácil acceso desde el menú de la Web de la CMA y se estructura en varias rutas: guía de la visita con cartografía actualizada, actividades programadas, folletos y publicaciones, novedades, sugerencias y enlaces de interés.

## 2. Marca Parque Natural de Andalucía

La Marca Parque Natural de Andalucía es un distintivo de calidad que nace a partir de una Orden de 15 de diciembre de 2004, en la cual se regula el Régimen Jurídico y el Procedimiento de Concesión de la Licencia de Uso de la misma (BOJA núm. 19, de 28 de enero de 2005). Como instrumento de recreación de lo espacios rurales a partir de la identidad -contemporánea y de calidad- que le otorga su declaración como Parque Natural, la marca está cumpliendo una función de gran interés atendiendo a las siguientes estrategias:

- Los productos abarcan el conjunto de la estructura productiva (agroalimentarios, artesanales y servicio turístico)<sup>22</sup>, ayudando a mantener una visión integrada de la misma y a minimizar distorsiones.

- El impulso ha sido de la Consejería de Medio Ambiente, pero tienen aparejada una asociación de empresarios de la marca y la participación de otros agentes socio-territoriales muy destacados<sup>23</sup>.

- Las garantías de los valores de este distintivo responden al cumplimiento de unas condiciones que debe ser acreditado mediante certificación emitida por una entidad de certificación ENAC u otra, reconocida en el ámbito de la Unión Europea<sup>24</sup>.

- Podría funcionar como una alternativa al tejido productivo actual de las áreas rurales, dado que cubre la producción, transformación, promoción comercialización, desde un modelo empresarial específico<sup>25</sup>.

Esta iniciativa, aunque sectorial, ha tenido una buena acogida como se deduce del nivel de implantación conseguido en los escasos cinco años transcurridos desde su nacimiento. Es importante recalcar, por una parte, la importancia del número

---

<sup>22</sup>Tienen la oportunidad de ostentar la marca Parque Natural de Andalucía, los productos o servicios englobados en las siguientes categorías: productos primarios naturales o transformados, productos agroalimentarios, como quesos, jamones y embutidos, vinos y licores, frutas y hortalizas, miel, dulces, conservas; productos artesanales de uso: artículos de cerámica, cuero, lozas, alfarería, textiles, cosméticos naturales, etc.; y servicios de turismo de naturaleza actividades de turismo activo, alojamiento y restauración

<sup>23</sup>Toda la información en relación con la marca se puede consultar en la página web de la Consejería de Medio Ambiente o en la específica: [www.marcaparquenatural.com](http://www.marcaparquenatural.com)

<sup>24</sup>Una vez en posesión del Certificado, los interesados solicitan licencia de uso de la marca a la Consejería de Medio Ambiente que le concederá mediante resolución en el plazo de un mes. El certificado y la licencia tendrán una validez de 3 años, renovable por periodos iguales siempre que durante el periodo anterior no se haya producido su revocación

<sup>25</sup>Algunas de acciones de promoción: edición y difusión periódicas de catálogos de empresas de la marca por sectores en diferentes formatos: papel, digital DVDs, publicidad en radio, prensa y revistas especializadas; participación en ferias específicas (Ferantur) y sectoriales de ámbito regional, nacional e internacional: Fitur (Madrid), Biofach (Alemania), Salón Internacional de GOURMETS (Madrid), Expovacaciones (Bilbao), BIOCULTURA (Barcelona), British Watching Fair (Londres), EXPONATURAL (Madrid), ARATUR (Zaragoza), TURICOM (Gijón), TIERRA ADENTRO (Jaén), INTUR (Valladolid), Feria Nacional de los Parques Naturales (Portugal)

de productos y empresas dedicadas a agroalimentación y artesanías, que indican la permanencia en la región de actividades de suficiente calidad y ambientalmente sanas, relacionada directamente con los recursos naturales; y, por otra, señalar la importante oferta de servicios turísticos que se realizan desde empresas locales.

<b>Distribución de empresas y productos Marca Parque Natural de Andalucía (2004-2009)</b>	<b>Nº EMPRESAS</b>	<b>Nº PRODUCTOS</b>
Empresas de productos Agroalimentarios	62	562
Empresas de productos Artesanales	15	127
Empresas de servicios de Turismo de Naturaleza	108	472
<b>Total:</b>	<b>185</b>	<b>1.161</b>

De los totales señalados, en torno al 75% de empresas y productos, están implantados en las 8 de las nueve reservas de la biosfera de Andalucía que acogen, en sus 11 parques naturales 139 empresas y 907 productos. Además de esta marca existe otra específica en el Espacio Natural de Doñana denominada Etiqueta Doñana 21<sup>26</sup>.

Experiencias de ecoturismo seleccionadas: Orden conjunta medio ambiente y turismo para regulación de prácticas de turismo activo y agenda trimestral Acércate a Sierra Nevada.

El ecoturismo se puede definir como una de las modalidades emanadas del proceso de reestructuración de la actividad turística, que se ha puesto en marcha desde instancias muy variadas. Este proceso tiene como doble objetivo diversificar la oferta turística y encontrar un equilibrio idóneo para el desarrollo de la actividad, que minimice efectos negativos<sup>27</sup> del turismo, puestos de manifiesto en las últimas décadas, a la par que se le reconoce su significación en la estructura económica. Una dualidad que ha generado la difícil y contradictoria situación actual.

El turismo en la Comunidad Autónoma de Andalucía es competencia de la Consejería de Turismo y Deporte, que se ha incorporado a esta reconversión de la actividad a través de su Plan General de Turismo Sostenible 2008-2011<sup>28</sup>, a partir del cual se están activando mecanismos puntuales de intercambio de información para campañas y actividades turísticas diseñados a partir de los espacios naturales protegidos como lugares patrimoniales de excelencia. Como experiencias a citar está la Guía general de los Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (De Cerca, 2005), la serie Colección Naturaleza con una publicación por cada parque natural andaluz abordados a partir de cuatro ejes (lugar, naturaleza, el paisaje y el hombre) y la Colección Turismo Sos-

<sup>26</sup>Todo lo referente a esta etiqueta se puede consultar en la página Web de la Fundación Doñana21.

<sup>27</sup>Tal como se viene desarrollando la actividad turística ha generado un alto grado de consumo de recursos como suelo, agua y distintos tipos de energía; ha remodelado el sistema de poblamiento, las infraestructuras y los usos del litoral; ha transformado la estructura socioeconómica de las poblaciones locales, y alterado las formas tradicionales de relación de estos grupos humanos con sus términos municipales.

Los nuevos criterios son: minimización de consumo de recursos básicos como suelo, energía y agua; generar productos turísticos diversificados, de calidad y no sujetos a estacionalidad; asegurarse una redistribución justa de los beneficios y conseguir una integración equilibrada de la actividad turística en la estructura socioeconómica de los puntos donde se implante

<sup>28</sup>Su posicionamiento competitivo se ha redefinido en función de su estrategia A1: Fomentar el desarrollo basado en la diferencia a partir del reforzamiento de la identidad del espacio turístico basada en el patrimonio natural, cultural y paisajístico su posicionamiento competitivo en función de su estrategia A1: Fomentar el desarrollo basado en la diferencia a partir del reforzamiento de la identidad del espacio turístico basada en el patrimonio natural, cultural y paisajístico

tenible que ha editado una guía por cada parque natural que describe, de una manera más pormenorizada los parques y sus entornos socioeconómicos.

Las reservas de la biosfera de Andalucía, desde su identidad como parques naturales, participan de este tipo de recursos, de la misma forma que todas, a excepción de las Marismas del Odiel, cuentan con, al menos una adscripción a la Carta Europea de Turismo Sostenible, la iniciativa que está desarrollando la Federación Europarc para la sostenibilidad del turismo en el ámbito europeo<sup>29</sup>.

Las experiencias que se describen a continuación, aunque son de ámbito más concreto, tienen un interés especial para las reservas de la biosfera por cuestiones distintas: la primera ha conseguido aunar esfuerzos entre administraciones visualizando un problema como común; y la segunda, ha conseguido un alto grado de participación en torno a un proyecto que, aunque impulsado desde la administración ambiental, se percibe como compartido por los actores implicados.

1. Orden de 20 de marzo de 2003, conjunta de las Consejería de Turismo y Deporte y de Medio Ambiente, para la práctica de las actividades integrantes del turismo activo.

La orden tiene por objeto establecer las obligaciones y las condiciones ambientales que han de cumplir las empresas de turismo activo en los espacios naturales protegidos de Andalucía. Se estructura en cinco capítulos y tres anexos que definen condiciones generales y específicas de la actividad, la obligatoriedad de la empresa de estar inscrita en el registro de turismo de Andalucía, el régimen sancionador y las formas de autorización para el desarrollo de las actividades.

La significación de esta experiencia radica en que ha conseguido aunar en un mismo instrumento legislativo los intereses y las determinaciones de dos administraciones sectoriales que, han definido su punto de encuentro en la necesidad de regular –desde una perspectiva medioambiental- las actividades de las empresas turísticas.

## 2. Agenda trimestral Acércate a Sierra Nevada

Esta experiencia se inició en el año 2008 con el objetivo de publicitar de forma conjunta y por cada estación del año, las actividades que se realizan en el Espacio Natural Sierra Nevada, una de las reservas de la biosfera andaluzas. La agenda se publica en papel y se denomina “Acércate a Sierra Nevada: Parque Nacional y Parque Natural” (+estación y año), respondiendo a un índice en el cual se abordan aspectos naturales y culturales, junto a información general y normas básicas de seguridad.

La agenda tiene una comprensión sencilla, dado que responde al modelo más convencional pero va desgranando, por día y sin establecer ninguna categorización, todos los acontecimiento que tienen que ver con el entorno socioeconómico y ambiental: degustaciones de productos de la marca parque natural, fiestas tradicionales, ferias de productos ecológicos, encuentro populares, actuaciones musicales y teatrales, jornadas de recuperación de oficios, exposiciones de arte contemporáneo, semanas

---

<sup>29</sup>Toda la información referida a esta acción y su implantación en Andalucía está disponible en la página Web de la CMA.

culturales, fiestas infantiles, etc., de forma que tiene una gran utilidad tanto para los vecinos como para los visitantes y, consigue crear una sensación de integración de todas las actividades, atendiendo a la identidad de Sierra Nevada como espacio natural. Esta información general se complementa con dos reportajes dedicados a sendas rutas, apareciendo en primer lugar la relacionada con los valores culturales bajo la denominación “Pueblos con Encanto” y la segunda con los valores naturales, “Sendero Recomendado”.

## 5. A modo de conclusión

“Era el mejor y el peor de los tiempos, una edad de sabiduría y de necesidad, una época de creencia y de incredulidad, un momento de luz y de tinieblas, la primavera de la esperanza, el invierno del desaliento, todo lo teníamos ante nosotros, nada teníamos ante nosotros.” Charles Dickens, “Historia de dos ciudades”

Del conjunto de lo expuesto en el artículo parece conveniente destacar:

- La adecuación del concepto de Servicios de los Ecosistemas para aplicarlo a experiencias prácticas en Reservas de la Biosfera, dada la vocación de análisis integrado de esta figura.

- La necesidad de generar definiciones y métodos específicos que ayuden a cumplir el objetivo de analizar y entender la realidad desde su complejidad, para lo cual es muy importante atender a la premisa de que para explicar las partes, hay que conocer y comprender el todo.

- La consideración de la naturaleza específica de los bienes y culturales, así como la diferencias entre ellos (tradicionales y actuales) a la hora de establecer los respectivos discursos interpretativos.

- La necesidad de analizar las experiencias de las Reservas de la Biosfera de Andalucía en la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma en la cual se inscriben, pues, en algunos aspectos de gestión y planificación no se visualizan suficientemente.

- El Comité Andaluz de Reservas de la Biosfera (1999) coordina estas reservas en la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía y articula su funcionamiento como red autonómica dentro de la Red Española de Reservas de la Biosfera.

- Las experiencias descritas de las Reservas de la Biosfera de Andalucía, se han seleccionado como representativas de las tipologías que se están desarrollando. Pero no puede perderse de vista la necesidad de una comprensión compleja de estas realidades, no sólo como experiencias concretas, sino como categorías de análisis y comprensión.

- Por último, señalar el interés de publicaciones de este tipo, que facilita ampliar e intercambiar conocimientos y el análisis crítico-constructivo que permite avanzar en el desarrollo de las determinaciones del Programa MaB para la Reservas de la Biosfera; en un tiempo, que, como en la “Historia de dos ciudades” de Charles Dickens, está lleno de contradicciones.

# Sistema de apoyo a la gestión de reservas de la biosfera basado en el monitoreo de la productividad primaria: ensayo en Cabo de Gata-Níjar (Almería-España)

C. OYONARTE<sup>1</sup>; D. ALCARAZ-SEGURA<sup>2,3,;</sup>; M. OYARZABAL<sup>3</sup>;  
J. PARUELO<sup>3</sup>; J. CABELLO<sup>2</sup>

## Resumen

La productividad primaria neta (PPN) destaca como proceso ecológico básico que da soporte a la provisión de los servicios ecosistémicos, y es considerado como servicio soporte o intermedio. Bajo esta argumentación, la información referida al funcionamiento de los ecosistemas resulta clave en los procesos de toma de decisiones en la gestión del territorio. El propósito general de esta presentación es desarrollar un esquema de trabajo que aporte información sólida acerca de la situación actual, y las tendencias temporales, de la productividad aérea en los ecosistemas de las Reservas, así como de la eficiencia de las prácticas de gestión en las mismas. La propuesta se basa en información satelital de bajo coste y fácilmente accesible que permite calcular la Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida (RFAA), como indicador subrogado de la PPN.

Como aplicación básica del sistema se analiza, para todo el territorio de la Reserva, la existencia de tendencias durante el periodo 2001-2008 en cuatro descriptores calculados. Los resultados muestran que en la serie analizada se produce un incremento de la PPN al apreciarse un elevado porcentaje de píxeles con tendencias positivas. Este incremento se basa, principalmente, en una elevación de los valores mínimos de la RFAA mientras que los máximos se mantienen constantes, indicando una disminución de la estacionalidad en el funcionamiento de los ecosistemas. La información de la RFAA también ha sido utilizada para la toma de decisiones en el contexto de dos supuestas acciones de manejo de la Reserva, en la primera mediante un análisis de las anomalías espaciales de la productividad se localizan zonas para la reforestación y, combinado con las tendencias temporales, se establece un orden de prioridad en el tratamiento de las mismas. En el segundo supuesto, aprovechando la alta resolución temporal de la información (disponible cada 16 días), se propone un Sistema de Alerta Temprana que aporta información en tiempo real sobre el estado del ecosistema.

---

1 Dpto Edafología y Química Agrícola. Universidad de Almería. España  
2 Dpto Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería. España  
3 LART, IFEVA-Facultad de Agronomía. Universidad Buenos Aires/CONICET  
Dpto Edafología. CITE II-B. Universidad de Almería. 04120 LA CAÑADA.  
ALMERÍA (ESPAÑA). E-mail: coyonart@ual.es

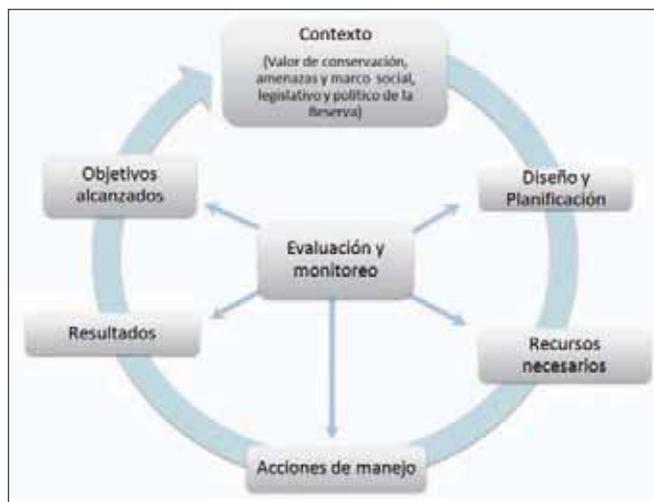


Autor: Javier Hernández

Litoral desde el Cerro Negro hasta la Punta de Loma Pelada

### Introducción

En la actualidad una parte importante de la superficie terrestre se encuentra bajo alguna figura de protección ambiental (parques nacionales, reservas naturales, paisaje natural, etc.), lo que resulta un logro notable y la demostración de la importancia que se concede a la protección de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ambientales, o la protección de los valores culturales y estéticos. Sin embargo, el conocimiento del estado de estas áreas, y de las amenazas a que se encuentran sometidas es escaso, siendo cada vez mayor el interés en las formas en que podemos controlar y evaluar la efectividad de las áreas protegidas (Puertas et al, 2008). Para superar estas deficiencias, se propugna la necesidad de la evaluación de la eficacia de estos espacios (Hocking et al., 2000), donde se destaca el análisis del grado de consecución de los objetivos fijados para el área protegida, integrando dentro de esta evaluación las actividades de monitoreo (Figura 1). Los resultados de la evaluación serían utilizados para mejorar la planificación futura (gestión adaptativa), o para la presentación de informes (rendición de cuentas).



**Figura 1.** La gestión adaptativa como proceso “circular”

La gestión de reservas ha incorporado como uno de los focos de atención la preservación del funcionamiento ecosistémico (Cabello et al., 2008). Esto lleva a operar sobre el nivel de provisión de los servicios ecosistémicos (SE) (Mooney y Erhlich, 1997). Los servicios ecosistémicos, o sea los aspectos de los ecosistemas (estructuras y procesos) utilizados, activa o pasivamente, para generar bienestar humano (Boyd and Banzhaf, 2007; Fisher et al. 2009), constituyen un elemento clave en la gestión de áreas de conservación ya que establecen el puente entre los componentes biofísicos (procesos y estructuras ecosistémicas) y los sistemas humanos (sociales, económicos y culturales).

El informe del Millenium Assesment (2003) da un papel central a los SE en la evaluación de las consecuencias de las transformaciones del ambiente sobre el bienestar humano. La evaluación de los SE en áreas de conservación debería entonces cuantificar en qué medida se ve afectado el nivel de provisión por factores naturales (variabilidad interanual o tendencias), por acciones de manejo y gestión o por el contexto (implantación de bosques artificiales, construcción de una carretera, expansión agrícola, tala o desmonte). Este nuevo paradigma viene fundamentado por el hecho de que el correcto funcionamiento de los ecosistemas subyace a su capacidad de proveer beneficios para la humanidad. Los progresos científicos realizados en este sentido han llevado a la proposición de un marco conceptual para establecer las relaciones entre los procesos ecológicos y el bienestar humano, denominado cascada de los servicios ecosistémicos. En dicha cascada, la productividad primaria neta (PPN), destaca como el proceso ecológico básico que da soporte a la provisión de los servicios ecosistémicos (Figura 2).

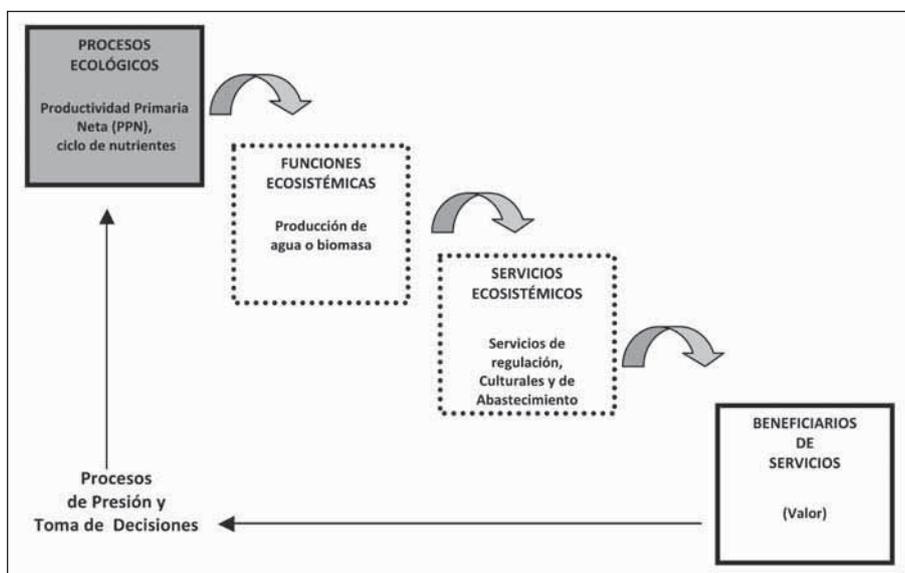


Figura 2. La cascada de los servicios ecosistémicos (de Haines-Young & Potschin, 2007).

Debido a ello este proceso es también considerado como un “servicio de soporte” (Millenium Assesment, 2003) o como un “servicio intermedio” (Fischer et al. 2009). Bajo esta argumentación, y de acuerdo con el nivel de conocimiento científico actual,

nutrir a los procesos de toma de decisiones en la gestión del territorio de información referida al funcionamiento de los ecosistemas, va a constituir en el futuro inmediato uno de los soportes científicos clave en la búsqueda de la sostenibilidad ambiental. En tal sentido resulta imprescindible contar con datos precisos y actualizados sobre estos aspectos ecosistémicos, en que las actividades de seguimiento adquieren una alta trascendencia (Fraser et al, 2006).

El monitoreo es entendido como un proceso de observación de uno o más elementos del medio ambiente, que se repite en el tiempo de acuerdo a un programa preestablecido, con unos objetivos determinados, y mediante el uso de métodos de recopilación de datos comparables (Meijers, 1986). Aunque habitualmente se utiliza para evaluar el cambio en los parámetros ambientales referidos al entorno físico y social, en este contexto, puede también centrarse en las actividades y procesos de gestión. La información aportada por estos programas, temporal y espacialmente explícita, es idónea para la elaboración de modelos que predigan los cambios inducidos al ecosistema por un determinado manejo, facilitando al gestor la toma de decisiones al anticipar el resultado de medidas adoptadas en el ámbito de la gestión del uso o conservación del ecosistema (Clark et al. 2001). Es en la gestión de los espacios protegidos donde esta actividad se convierte en una pieza clave de la conservación activa: el manejo adaptativo es un proceso iterativo que integra directamente programas de seguimiento (Ringold et al., 1996; Nichols y Williams, 2007).

En la actualidad los sensores remotos a bordo de satélites son concebidos como una herramienta indispensable para el monitoreo de la superficie terrestre. Inicialmente su aplicación más frecuente estuvo dirigida a la detección del cambio mediante comparación bitemporal de parámetros estructurales (tipos o distribución de vegetación, usos del suelo, etc.), a partir de técnicas de clasificación. Sin embargo, los recientes avances facilitan una mayor capacidad para la cartografía y el monitoreo de cambios en parámetros biofísicos relacionados con el funcionamiento de las cubiertas, proveyendo información de resolución variable, espacialmente explícita, y estadísticamente representativa (Coppin et al., 2004; Paruelo, 2008).

Entre las variables derivadas de los datos espectrales destacan los índices de vegetación. Estos han sido ampliamente utilizados en ecología para el estudio de las tendencias temporales, y desempeñan un papel clave en la investigación del cambio ambiental. Debido a que pueden ser calculados a partir de imágenes con muy diversa resolución espacial y temporal, han sido incorporados en numerosas experiencias de seguimiento (Hartley et al, 2007; Nermani et al, 2009; Crabtree et al., 2009) desarrolladas en un amplio rango de escalas (desde la local a la global), mostrando su aplicabilidad para detectar cambios a largo plazo incluso a escala de Reserva (Alcaraz-Segura et al 2008, 2009). Además, se sugiere su uso para predecir las condiciones ecológicas (Petorelli et al., 2005) y comprender mejor el impacto antrópico sobre el medio ambiente. La integración de las herramientas de teledetección en ecología a través de los índices de vegetación (e.g. NDVI, EVI) y de algunas otras variables biofísicas derivadas de datos satelitales (Paruelo, 2008), han permitido progresar en la caracterización del funcionamiento de los ecosistemas, particularmente de la PPN a escala regional e incluso global. Esta variable biofísica que subyace al resto de los procesos ecosistémicos solo podía ser generada puntualmente, sin embargo con la

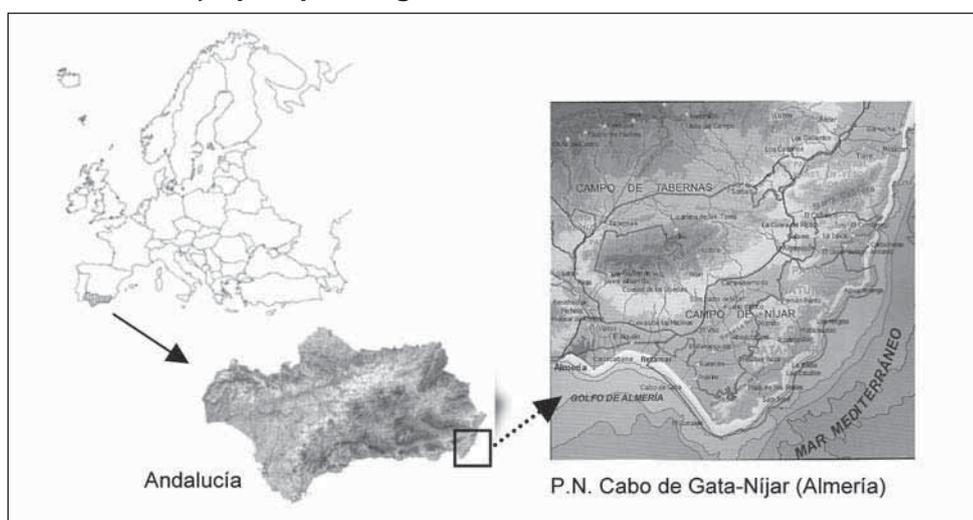
llegada de los índices de vegetación satelitales ha sido posible generar coberturas a escala regional sobre dicha variable.

El propósito general de este trabajo es el desarrollo de un marco conceptual y un esquema de trabajo que aporte información científica sólida acerca de la situación actual, y las tendencias temporales, en la composición y función de los ecosistemas de la Reserva, así como de la eficiencia de las prácticas de gestión para el mantenimiento de esos ecosistemas. El objetivo concreto es dotar a la Reserva de la Biosfera del Cabo de Gata-Níjar (Almería-España) de un sistema de monitoreo que permita el seguimiento del servicio ecosistémico de la productividad primaria neta (PPN) de sus ecosistemas, basado en información satelital de bajo coste y fácilmente accesible. Se plantea también como objetivo del sistema, además del análisis de tendencias, facilitar la toma de decisiones en un marco de gestión adaptativa de la Reserva, por lo que se incluyen además aplicaciones prácticas en el ámbito de la gestión: la identificación de anomalías espaciales y el desarrollo de un sistema de alerta temprana.

El trabajo se ha desarrollado en el marco del Convenio de Cooperación “Desarrollo rural y sostenibilidad ambiental: diseño y ejecución de programas de seguimiento”, entre la Oficina del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar (Almería), Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, y la Universidad de Almería.

## Diseño y desarrollo del sistema de información

### Área de trabajo y esquema general del sistema



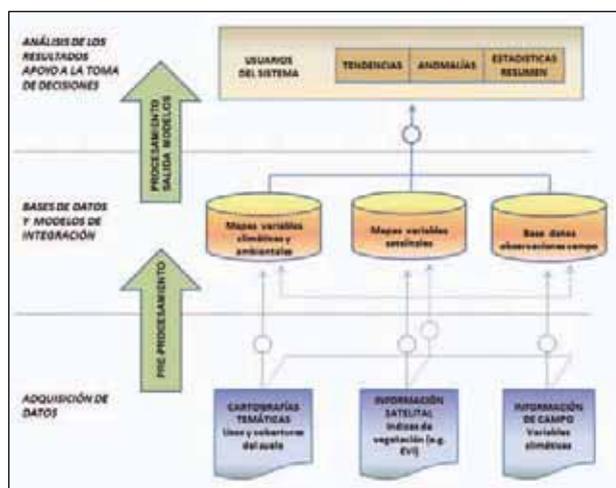
Una extensa zona del Cabo de Gata, 38.000 ha terrestres ubicadas en el extremo sudeste de España, fue declarada en 1997 como Reserva de la Biosfera (Cabo de Gata-Níjar, Almería), y representa uno de los pocos espacios protegidos de estepas y semidesiertos de Europa (Figura 3). La precipitación media anual es de 200 mm y la temperatura media anual de 18.1° C, con mínimas y máximas medias de 14.6 y 21.7° C. Según su índice de aridez (Ia) la zona se clasificaría como árida, con valores inferiores a 0.2 en la mayoría de los años. El área incluye diferentes tipos de paisajes asociados a sustratos de naturaleza volcánica y calcárea (calizas arrecifales). Los tipos

de vegetación dominante son las arbustadas xerofíticas y los herbazales perennes de estepa. El área ha sido explotada tradicionalmente mediante un sistema agro-pastoril que en la actualidad está en fase de abandono (Escribano, 2002).

El sistema de información para el seguimiento de la vegetación y el apoyo a la toma de decisiones de la Reserva se basa en el propuesto por Grigera et al. (2007a) para uso agropecuario, y utiliza el modelo de Monteith (1979) para evaluar la productividad aérea de los ecosistemas a partir de información radiométrica. Oyarzabal et al (2008) proponen un esquema similar como base para el apoyo a la gestión de Cabo de Gata-Níjar, extendiendo ahora su aplicación a todo el territorio de la Reserva y abordando el análisis de las tendencias.

En resumen, el núcleo del sistema de información está formado por una completa colección de bases de datos biofísicos, entre las que destacan las provistas por la información satelital (Figura 4). El primer paso consiste en la adquisición de datos procedentes de diferentes fuentes, posteriormente éstos son pre-procesados y chequeados de acuerdo con criterios de calidad para ser integrado en bases de datos propias del sistema. Finalmente, a través de análisis estadísticos y modelos, los datos son utilizados para la detección de tendencias temporales, anomalías espaciales, o su preparación como estadísticas-resumen que faciliten la elaboración de informes por parte de los gestores.

**Figura 4.** Arquitectura del sistema de información. El esquema presenta tres niveles o fases: el de adquisición de la información, de carácter heterogéneo; el de almacenamiento de datos, que debe seguir estrictos modelos de integración que permitan la conexión entre las bases de datos; y el de análisis, que culmina el proceso y permite adquirir información útil para mejorar el conocimiento y gestión de los ecosistemas. El sistema puede ser de complejidad variable, en relación con la información disponible y las actividades de gestión que se pretendan evaluar (Adaptada de Nemani et al, 2009).



Se pretende que el esquema propuesto pueda ser aplicado en función del nivel de información disponible. De esta forma el sistema puede funcionar en su forma más básica exclusivamente con datos satelitales, pero puede incorporar información complementaria acerca de las características geográficas, componentes bióticos y abióticos del ecosistema, tipos de usos, condiciones climáticas, datos socioeconómicos, etc., del área sobre el que se va aplicar. Cuanto mayor sea el nivel de información respecto a estos aspectos, mayor será su capacidad de análisis. Por esto el mantenimiento del sistema significa no sólo la actualización de la información satelital utilizada para el

seguimiento del funcionamiento del ecosistema, sino la incorporación de toda aquella información disponible sobre la Reserva.

### **Adquisición de datos**

La información básica, e imprescindible, del sistema es aportada por imágenes captadas por sensores remotos que permiten el cálculo de índices de vegetación. La información radiométrica de esta propuesta ha sido la aportada por el sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), transportado a bordo del satélite Terra (EOS\_AM), en concreto se ha utilizado la serie temporal del EVI (Enhanced Vegetation Index), índice de vegetación calculado a partir de las imágenes.

Este índice es uno de los más comunes calculados a partir de observaciones satelitales para el seguimiento de la vegetación, y está directamente relacionado con el índice de área foliar al basarse en la propiedad espectral de la vegetación verde de absorber diferencialmente la radiación fotosintéticamente activa. El EVI calcula la diferencia normalizada de la reflectancia entre dos longitudes de onda relacionadas con el proceso de la fotosíntesis (rojo e infrarrojo cercano), e incorpora una tercera longitud de onda (azul) que minimiza la influencia del suelo y la atmósfera.

El sensor MODIS combina una resolución espacial media (tamaño de píxel <6 ha) y una alta resolución temporal (frecuencia de observación prácticamente diaria), con procesos de georeferenciación, correcciones atmosféricas y detección de nubosidad notablemente mejorados respecto a los utilizados anteriormente por otros sensores. Estas características garantizan un seguimiento del funcionamiento de la vegetación con buen detalle en el espacio y tiempo (Grigera et al., 2007b).

El sistema de información descarga, filtra, y guarda sistemáticamente el producto índices de vegetación desde servidor gratuito de MODIS (<ftp://e4ftl01u.ecs.nasa.gov/MOLT/MOD13Q1.005/>), proceso que para esta aplicación ha sido automatizado con IDL+ENVI 4.6. Las imágenes utilizadas para la elaboración de esta propuesta corresponden al periodo comprendido entre marzo del 2000 y diciembre del 2008, se trata de compuestos de 16 días con una resolución espacial de 230x230m (tamaño del píxel). Como tratamiento previo a su incorporación a la base de datos del sistema, a las imágenes se le aplicaron filtros que seleccionaron aquellas con calidad espectral buena o superior. Para su ajuste a los estándares geográficos del sistema la información fueron transformadas al datum ED50 y georeferenciadas en el sistema de coordenadas UTM 30N. Esta información puede ser actualizada cada 16 días, periodicidad con la que el producto EVI se encuentra disponible en el servidor.

En el caso concreto que se presenta, además de las imágenes EVI se ha utilizado información acerca de los tipos de cubierta dominantes en la Reserva, según el Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía del año 2003 (CMA, 2007). Este mapa se confeccionó según un modelo de datos y nomenclatura basados en la cartografía derivada del Proyecto “CORINE Land Cover”, y se utilizó como referencia por cubrir un extenso territorio, con independencia de su catalogación como espacio protegido, y por estar basado en criterios ampliamente extendidos y utilizados lo que facilita la interpretación y comparación de los resultados. Así mismo, fue necesario contar con información climatológica obtenida de la estación meteorológica del Aeropuerto de Almería, facilitada por la Agencia Estatal de Meteorología.

## Pre- Procesamiento de la información, cálculo de indicadores

Como indicador principal del funcionamiento del ecosistema se calculó la Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida (RFAA) al tratarse de un parámetro vinculado a la productividad de la vegetación, y por tanto indicador subrogado de los cambios espacio-temporales vinculados a este servicio ecosistémico de soporte.

Este parámetro fue calculado mediante la siguiente ecuación:

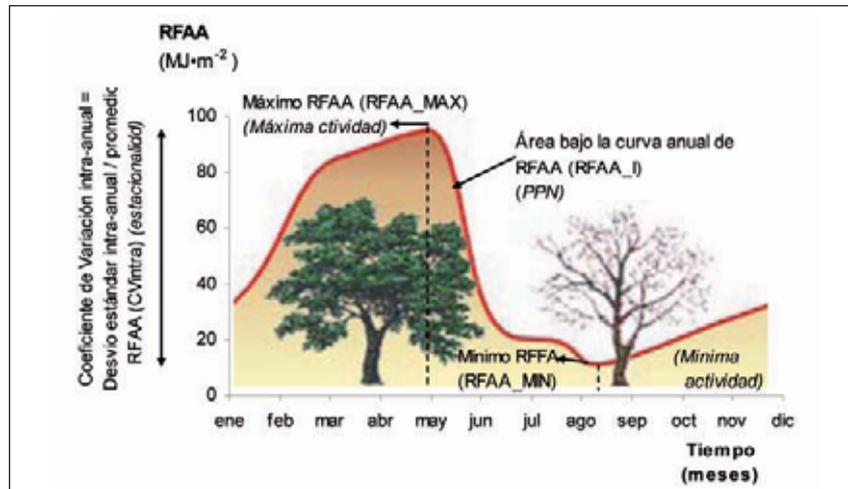
$$RFAA = fRFAA \times RFAi \quad (1)$$

donde  $fRFAA$ , es la fracción de la Radiación Fotosintéticamente Activa que es Absorbida por la vegetación, y  $RFAi$  la Radiación Fotosintéticamente Activa incidente. La  $fRFAA$  fue calculada a partir de una relación lineal con el EVI (Enhanced Vegetation Index), utilizando el procedimiento propuesto por Ruimy et al. (1994) que requiere fijar los valores de  $fRFAA$  mínimos (0%) y máximos (95 %). El otro término de la ecuación (1), la  $RFAi$ , fue tomado de registros diarios de la estación meteorológica del Aeropuerto de Almería. Por más detalles del algoritmo general de cálculo de la RFAA ver Grigera et al. (2007a).

La ventaja de usar la RFAA, en vez de directamente un índice de vegetación como el EVI, radica en cierto desfase en las dinámicas temporales de la intercepción de energía ( $fPAR$ , calculada a partir del EVI) y de la radiación incidente. La  $fPAR$  promedio fue máxima durante Febrero y mínima durante Septiembre, mientras que la  $RFAi$  fue máxima en Junio y mínima en Diciembre. Cuando esto ocurre, la RFAA calculada como el producto entre ambas medidas (1) es mejor indicador de la actividad fotosintética de la vegetación que los índices de vegetación.

A partir de la RFAA, según el modelo de Monteih (1979), sería posible calcular la productividad de la vegetación si conocemos su eficiencia en el uso de la radiación (LUE, acrónimo anglosajón). En la propuesta no se ha incorporado dado que esta información es escasa y su determinación muy compleja, aunque es una línea de investigación abierta (Piñeiro et al. 2006) y en un futuro podría ser paulatinamente incorporada permitiendo al sistema el cálculo de la propia PPN.

En el estado actual de desarrollo del sistema, la representación de los valores de la RFAA para cada fecha permite obtener la curva anual de la variable (Figura 5), y a partir de esta se establecen los parámetros que describen el comportamiento anual de la radiación absorbida por la vegetación, y de forma indirecta su productividad.



**Figura 5.-** Curva anual de la Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida (RFAA) por la vegetación, y los atributos descriptores de la misma empleados en este trabajo (modificada de G. Baldi; <http://lechusa.unsl.edu.ar>)

A partir de esta, se calcularon cuatro atributos como indicadores integradores del funcionamiento de los ecosistemas: 1) la integral anual de la RFAA (RFAA\_I), calculado como el producto del promedio anual de RFAA por el número de compuestos MODIS de 16 días que hay en un año (23), considerado como estimador lineal de la fracción de RFA Absorbida por la vegetación; 2) el coeficiente de variación intra-anual (RFAA\_CV), calculado como el desvío estándar anual dividido por el promedio anual, como descriptor de la estacionalidad en las ganancias de carbono por parte de la vegetación; y 3) los valores de máxima (RFAA\_Max) y 4) mínima RFA absorbida (RFAA\_Min) en el año, como indicadores de la máxima y mínima actividad fotosintética de los ecosistemas.

### Análisis de los datos

Una vez calculados los parámetros e incorporados al sistema, estos pueden ser sometidos a múltiples análisis en función de los objetivos del gestor, a continuación se exponen los utilizados en esta propuesta.

La aplicación básica del sistema es el seguimiento de la productividad de la Reserva, y la detección de cambios de tendencias en el funcionamiento del ecosistema siguiendo la metodología detallada en Alcaraz-Segura et al. (2009). Para esto se comprobó, mediante el test de Mann-Kendall, la existencia de tendencias en el periodo 2001–2008 en los cuatro descriptores calculados. Este test calcula la existencia de una tendencia monótona en el tiempo basándose en el estadístico tau de Kendall. Aunque podrían utilizarse otro tipo de test, como una simple regresión lineal entre los valores medios anuales y el año, el de Mann-Kendall es un test no-paramétrico, basado en rangos, y que resulta robusto frente a valores perdidos, la no normalidad y heterocedasticidad de los datos, y la autocorrelación temporal (Hirsch y Slack 1984; Van Belle y Hughes 1984). El test se realizó con el software MATLAB, y para cada píxel se obtuvo la pendiente de las tendencias mediante el método no-paramétrico

de Sen (Hirsch et al. 1982), y la significancia de esa pendiente (p-valor) mediante el test de Mann-Kendall. Se consideraron como tendencias significativas aquellas con un p-valor menor o igual que 0.01. Los resultados fueron visualizados en una imagen generando “mapas del cambio” en la Reserva para cada uno de los cuatro parámetros

Como ejemplo de la capacidad del sistema para el apoyo a la toma de decisiones, se ha utilizado para la identificación de anomalías espaciales en la RFAA. Para esto se clasificaron los píxeles de la imagen según su tipo de cubierta, utilizando el Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo (CMA, 2007), y seleccionándose las clases de “Matorral disperso” y “Matorral denso”, dos tipos de uso ampliamente representadas en la Reserva sobre las que se desarrollaran los ejemplos propuestos. Para cada tipo de cobertura vegetal se seleccionó una muestra de 40 píxeles que cumplieran dos condiciones: inclusión completa dentro de un tipo de cobertura vegetal, y localización alejada de la zona limítrofe con otras coberturas. El tipo de cubierta de cada píxel fue comprobado en una ortoimagen de la Reserva, que fue considerada como “verdad terreno”.

El objetivo del “muestreo” es establecer la variabilidad característica del parámetro (RFFA) del territorio o clase considerada, estableciendo el rango entre el que puede oscilar sus valores. Esta variabilidad es específica del tipo de ecosistema y de la homogeneidad de la vegetación en cada una de las clases que definamos dentro de este. El rango de variabilidad se establece por un intervalo que debe ser definido por la varianza media del parámetro, a partir de la cual se fijan los límites superior e inferior de control a los que denominaremos “niveles de referencia”. Los valores fuera de ese intervalo serán considerados como anómalos, espacial o temporalmente. Estos niveles de referencia pueden ser establecidos en función del conocimiento previo que se tenga de la variable, o bien en función de la tolerancia que se considere admisible en su manejo. En cualquier caso, si no existe ese conocimiento previo ni los objetivos de gestión fijan ese intervalo, puede recurrirse a herramientas estadísticas para definirlo (Larson y Pierce, 1994). En las aplicaciones que se ha necesitado establecer estos niveles de referencia, se ha usado el intervalo de la media  $\pm 1$  desviación estándar.

Es importante considerar que el rango de variabilidad admitido define la sensibilidad del sistema: si el rango es muy bajo, la sensibilidad para detectar anomalías será muy alta, lo que puede saturar el sistema; por el contrario si el rango de variabilidad es muy alto, la sensibilidad será muy baja y puede hacer pasar desapercibidos cambios de interés en el ecosistema. Por esto se debe encontrar un equilibrio en la sensibilidad, ajustada a los objetivos de detección o gestión, a través de una cuidadosa y meditada selección de los niveles de referencia.

## Aplicaciones del sistema

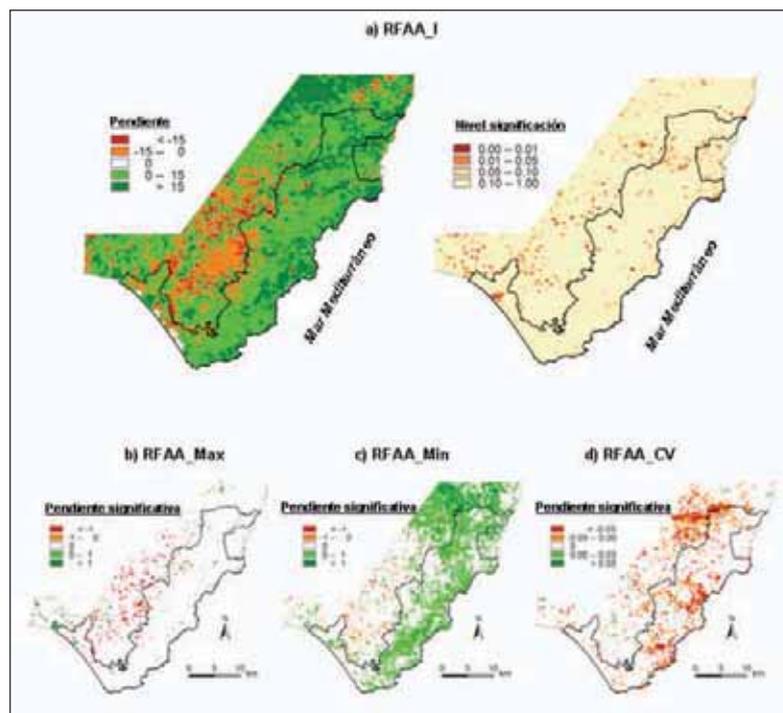
### Seguimiento de la productividad y análisis de tendencias

La aplicación píxel a píxel de algoritmos incluidos en el sistema permite obtener mapas de RFAA del territorio. La obtención periódica de estos mapas, en nuestro caso cada 16 días, facilita el análisis de la dinámica de este parámetro, y por tanto el monitoreo de la productividad de la vegetación. Como la radiación absorbida es el principal determinante de la productividad primaria en muchos ecosistemas terrestres

(Monteith, 1979), el resultado puede interpretarse como un mapa de la productividad primaria. Aún en ecosistemas secos como el que nos ocupa, la productividad esta fuertemente determinada por la radiación absorbida ya que la baja disponibilidad hídrica durante prolongados períodos afecta más a la fracción de la radiación fotosintéticamente activa que es absorbida por la vegetación que a la eficiencia de conversión de esa energía absorbida en biomasa.

La aplicación de sencillos test estadísticos a la información contenida en estos mapas establece su tendencia temporal. Este tipo de análisis que identifica patrones temporales en una secuencia de imágenes tiene la ventaja de detectar procesos más sutiles, frente a los análisis basados en la comparación entre clases en fechas determinadas (Kennedy et al. 2009), permitiendo la identificación temprana de procesos que afectan al funcionamiento del ecosistema. De esta forma el gestor puede anticipar su repuesta y adaptar sus estrategias de manejo cuando aún los cambios no sean irreversibles.

En la Figura 6 se muestran los mapas de tendencias obtenidos para la Reserva, para cada uno de los parámetros/indicadores de la productividad y funcionamiento de los ecosistemas. Se evaluó a nivel de píxel la existencia de tendencias temporales (2001-2008) en la radiación anual absorbida mediante el test de Mann-Kendall.



**Figura 6.-** Mapas de tendencias en la Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida (RFAA) por la vegetación en la Reserva de la Biosfera del Cabo de Gata-Níjar (Almería-España) y zonas limítrofes en el periodo 2001-2008. Los mapas muestran: (a) la pendiente de la tendencia en la integral anual (RFAA\_I) (izquierda), y su nivel de significación o p-valor (derecha); y las tendencias significativas en: (b) los valores máximos (RFAA\_Max); (c) los valores mínimos (RFAA\_Min); y c) en el coeficiente de variación (RFAA\_CV). Las pendientes fueron calculadas con el método de Sen. La significación de las mismas fue calculada con el test de tendencias de Mann-Kendall. La línea representa el contorno de la Reserva.

El monitoreo continuado de la PPN, a través de la RFAA\_I, resulta del máximo interés al ser una variable que se encuentra en la base de la vida sobre la tierra, y responde a gran variedad de presiones sobre la biosfera, desde el cambio climático, la composición atmosférica, la agricultura o las prácticas de manejo en el uso de la tierra (Running et al., 2004). Sin duda, resulta idóneo para un seguimiento de los “signos vitales” de la Reserva, término utilizado para referirse a un relativamente pequeño número de atributos con elevada información y que son usados para establecer la condición general, o “salud”, de los recursos de las áreas protegidas, facilitando una alerta temprana de situaciones que requieren intervención (Fancy et al, 2009).

Los resultados obtenidos para Cabo de Gata-Níjar (Figura 6.a) muestran que en la serie temporal analizada mayoritariamente se ha producido un incremento de la PPN, al apreciarse un elevado porcentaje de píxeles con tendencias positivas en el test de Mann-Kendall. Este comportamiento también es descrito por Cao et al. (2004) para el periodo 1981-2000 a escala mundial, manteniéndose también en climas secos similares al del área analizada. Se observa que la distribución del valor de la tendencia no se produce al azar (distribución “salpimentada”), sino que muestra un claro agrupamiento indicando la existencia de un patrón espacial. Aunque no es objetivo específico de esta propuesta, es evidente el interés que tiene la identificación de estos patrones, que podrían ser investigados y analizados posteriormente con la ayuda de información del propio Sistema, o mediante trabajos de campo.

La ausencia de tendencias negativas dentro de la Reserva indica que no se está produciendo disminución de la productividad de la vegetación, lo que contrasta con la situación fuera del área protegida donde, por zonas, predominan los píxeles con tendencias negativas en muchos casos significativas (Figura 6.b). Dado que tanto las condiciones climáticas y su evolución, como los tipos de vegetación son similares en ambas áreas, cabe pensar que las diferencias de funcionamiento encontradas se relacionan con el diferente uso o manejo.

Con un análisis similar en Sudamérica también se encontraron tendencias positivas a nivel continental, excepto para sitios desforestados o intensamente disturbados donde fueron negativas (Paruelo et al., 2004). Por su parte, Alcaraz-Segura et al. (2008) encuentran tendencias positivas en la mayoría de las áreas protegidas de este continente. En el sudeste ibérico, Durante et al. (2009) describieron una tendencia negativa del índice de vegetación (NDVI) en zonas perturbadas por el manejo. Parece, por tanto, que el tipo de información analizada es sensible a cambios relacionados con los usos, y que resulta útil para la identificación de procesos y áreas de degradación.

Estos resultados sugieren que la declaración del espacio como área protegida, y el manejo que se ha realizado, han servido para evitar alteraciones de los ecosistemas que conlleven un descenso en su productividad. Sin embargo, el claro patrón espacial agregado que muestran los píxeles con tendencias negativas significativas muestra un efecto borde en algunas zonas de la Reserva, indicando una propagación de las perturbaciones desde áreas externas al interior de la Reserva.

Los resultados de las tendencias deben ser matizados por la consistencia de las mismas, información que es aportada por el nivel de significación, y que se incluye también en el Sistema (mapa Figura 6a). Se aprecia que el nivel de significación de las tendencias es bajo, probablemente debido a la todavía corta duración de la serie

temporal, pero suficiente para mostrar patrones espaciales, dando consistencia a los resultados.

La dinámica anual de la RFAA permite también profundizar en el conocimiento de otros aspectos del funcionamiento de los ecosistemas, tales como la fenología o la estacionalidad de la capacidad fotosintética. En este trabajo, se calcularon las tendencias de los valores máximo y mínimo anual de RFAA, dado que resultan muy útiles en la gestión de los recursos en ambientes en condiciones límite, como los ecosistemas áridos de Cabo de Gata-Níjar. En estas condiciones los cambios intra-anales en la productividad son muy acusados, y los valores mínimos de productividad a lo largo del año tienen especial importancia para detectar procesos de degradación. El análisis de tendencias en los valores máximos (RFAA\_Max) y mínimos (RFAA\_min) señalan que en los años analizados el incremento de la radiación absorbida observado en la RFAA\_I se debe sobre todo a un incremento en los valores mínimos (Figura 6.c), más que a un incremento en los valores máximos (Figura 6.b), en los que prácticamente no se observan tendencias dentro de la Reserva. Por el contrario, las tendencias significativas observadas en la RFAA\_I se debieron tanto a disminuciones en los valores máximos como mínimos de RFAA (Figuras 6.b y 6.c).

La presencia de tendencias positivas significativas en los valores de RFAA\_min pero no en los de RFAA\_Max, provocó disminuciones significativas en el coeficiente de variación intra-anual (Figura 6d). Esto quiere decir que las diferencias en la radiación absorbida entre las estaciones de crecimiento y de reposo ha disminuido, es decir, una pérdida de estacionalidad.

### **Apoyo a la toma de decisiones, análisis de anomalías**

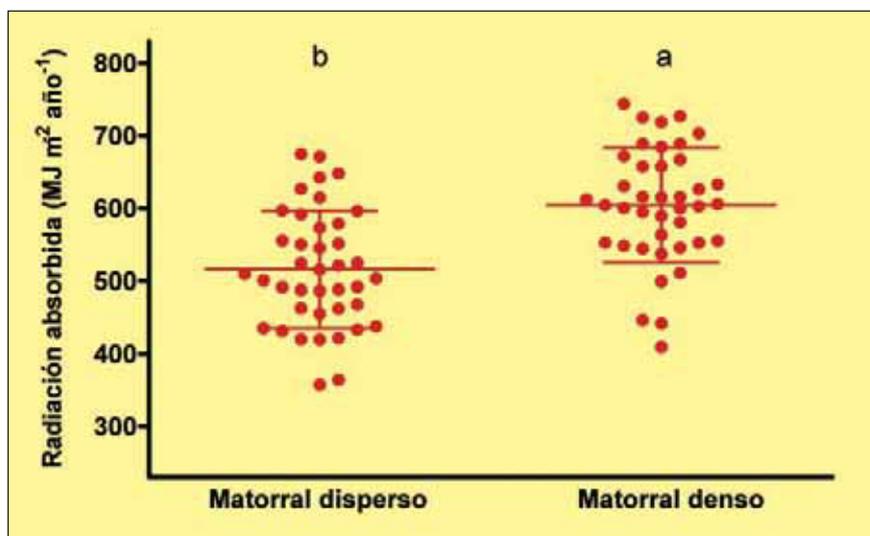
En el contexto de la gestión adaptativa del territorio, la información de los programas de monitoreo es utilizada para evaluar los resultados de políticas de manejo emprendidas, y la información obtenida debe ayudar a redefinir objetivos y fijar nuevas acciones de manejo (Hocking et al 2000, Figura 2). El programa debe aportar información para el seguimiento de determinados procesos o políticas, componente temporal de la información (¿qué está pasando?), y que sirva de soporte para la toma de decisiones en el diseño de la gestión a medio y largo plazo, para lo que la información espacial (¿dónde está pasando?, ¿dónde hay que actuar?) resulta básica. En este sentido la identificación y análisis de anomalías espaciales en los indicadores utilizados, puede contribuir a la toma de decisiones en la gestión de los recursos.

Para la identificación de las anomalías espaciales se analiza la información de cada píxel comparándola con los de su entorno o clase. En este caso es necesaria la clasificación previa de la imagen, analizándose la variabilidad del indicador para cada clase considerada. En un primer paso se establece un intervalo característico de variabilidad y posteriormente, utilizando como referencia los valores extremos del intervalo, se localizan aquellas zonas (o píxeles) que tienen un comportamiento anómalo respecto a su clase.

Para ver como el Sistema propuesto puede ser utilizado con este objetivo, se ha desarrollado una aplicación en la que se identifican zonas de actuación para el supuesto de la planificación de una acción de reforestación, como medida para incrementar la cobertura vegetal, aumentando así la productividad y resiliencia del ecosistema. Pero,

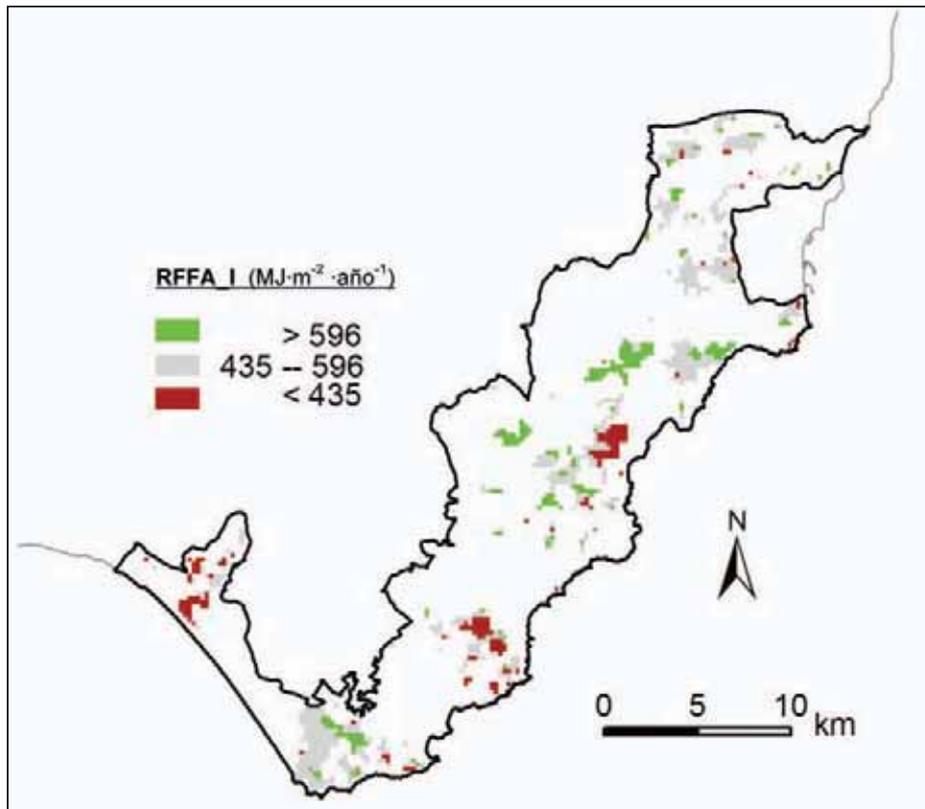
¿dónde se encuentran las áreas donde sería más efectiva la aplicación de esta medida?

Para responder a la pregunta se ha recurrido a información previa sobre los tipos de uso del suelo (CMA, 2007), y entre ellos se seleccionaron las clases de “matorral” como las más idóneas para llevar a cabo la actuación, discriminando aquellas clasificadas como “densas” (coberturas >50%) y “dispersas” (coberturas <50%). Como indicador del estado, o condición, se utiliza la RFFA\_I. En primer término, utilizando la información contenida en el Sistema sobre estas dos variables, se establecen los niveles de referencia que marcan la heterogeneidad funcional de las clases, o lo que es lo mismo los rangos de variabilidad considerados como aceptables dentro de cada clase (ver apartado, análisis de datos). Los resultados obtenidos (Figura 7) señalan que, como era de esperar, la RFFA\_I es significativamente mayor en las áreas con “matorral denso” (604,3 MJ.m-2.año-1) que en las de “matorral disperso” (515,9 MJ.m-2.año-1), y su variabilidad es menor (coeficiente variación de 13,1% y 15,6%, respectivamente).



**Figura 7.-** Heterogeneidad espacial de la radiación anual absorbida por dos de los usos del suelo en la Reserva. Los puntos corresponden al promedio del periodo 2000-2008 de cada uno de los cuarenta píxeles muestreados, las líneas marcan los intervalos de variabilidad determinados por el funcionamiento promedio de cada clase (línea central corresponde a la media, las líneas externas a más/menos un desvío estándar). Letras distintas indican diferencias significativas entre medias mediante un test de  $t(P < 0.0001)$ .

Con estos resultados nos centramos en la clase de “matorral disperso”, como las zonas donde más necesaria es la actuación, y utilizamos los niveles de referencia para identificar aquellos píxeles con un comportamiento anómalo respecto a la RFFA\_I, y por tanto en su productividad y muy probablemente de su cobertura vegetal. El resultado final es un mapa de anomalías (Figura 8) donde se muestran aquellas áreas con un comportamiento dentro del intervalo de variabilidad de la clase (61,9% de la superficie), por debajo (15,9%) o por encima (22,1%).



Absorbida anualmente (RFAA) por la vegetación en la superficie ocupada por el tipo de uso Matorral disperso. Las clases se establecen en función de los niveles de referencia (variabilidad aceptada) del tipo de uso. El intervalo es definido por la media  $\pm$  una desviación estándar de la muestra seleccionada ( $n=40$ ), todos los píxeles de la Reserva pertenecientes al tipo uso se clasifican según su valor esté dentro del intervalo (gris), por encima (verde), o por debajo del límite inferior del intervalo (marrón).

Al igual que el de tendencias, este mapa muestra que los píxeles con anomalías se encuentran agrupados espacialmente. Esta continuidad espacial permite interpretar que los resultados son científicamente consistentes y útiles para la gestión, al marcar áreas suficientemente extensas para desarrollar actuaciones que serían inviables si el resultado hubiera sido una serie de pequeñas áreas (píxeles) distribuidas al azar por el territorio.

Con esto se habría contestado básicamente a la pregunta inicial (¿dónde actuar?), sin embargo, y considerando que normalmente los recursos disponibles son limitados, parece necesario establecer prioridades en las medidas o áreas de actuación. Una herramienta que ayude al gestor a tomar este tipo de decisiones con una base científica sólida puede resultar muy útil. Para este fin se propone una matriz de decisión basada en la combinación de la información generada por el Sistema. La matriz (Figura 9) permite clasificar los píxeles en función de su RFAA\_I relativa (columnas), y su tendencia temporal relativa (filas).

		RFAA_I media <sup>(1)</sup>		
		Inferior	Normal	Superior
Tendencia temporal RFFA_I <sup>(2)</sup>	Positiva	5 (5,3%)	2 (15,4%)	1 (5,9%)
	Moderada	7 (9,5%)	4 (42,9%)	3 (15,0%)
	Negativa	9 (1,2%)	8 (3,7%)	6 (1,2%)

(1) Media de la Radiación fotosintéticamente activa absorbida por la vegetación (RFAA\_I) en la serie temporal 2000-2008. Los píxeles se clasifican en clases atendiendo a su valor respecto a niveles de referencia del tipo de uso: Normal: dentro del intervalo de variabilidad (media  $\pm$  des. est.); Inferior: por debajo del límite inferior del intervalo; Superior: por encima de límite superior.

(2) Clases de tendencias para la serie temporal. Los píxeles se clasifican según la pendiente del test de Mann-Kendall (ver apartado de tendencias). Clases: Negativa, valores inferiores a 0 (tendencia negativa); Moderada, valores entre 0 y 15 (tendencia positiva); Positiva, valores superiores a 15 (tendencia positiva). No se considera el grado de significación que ofrece el test de Mann-Kendall.

Figura 9.- Matriz de decisiones para el apoyo a la gestión. Permite evaluar la necesidad, y prioridad, de la gestión de un área en función de los valores de radiación anual absorbida y su tendencia temporal. Para su interpretación es necesario considerar los objetivos de gestión, en este caso se muestra un ejemplo para un supuesto, aplicado a zonas de matorral disperso, de selección de áreas de reforestación.

La necesidad y grado de prioridad viene indicado por el número de la celda (en azul), estableciendo un gradiente de menor (1) a mayor (9). Se generaliza el nivel de prioridad agrupando los valores del índice en tres clases: baja (celdas amarillas), media (celdas naranjas) y alta (celdas rojas). Entre paréntesis el porcentaje de superficie ocupado por cada clase.

La matriz asigna valores del 1 al 9 (según la situación de la celda), que adecuadamente interpretados puede indicar un orden de prioridad. En este caso particular se interpretó que valores bajos de radiación absorbida corresponden a baja cobertura/productividad de la vegetación por deterioro y por lo tanto indicarían, junto con su tendencia temporal, ese grado de prioridad. De esta forma se establece un índice de menor (1) a mayor prioridad (9), en función de la posición de la celda dentro de la matriz: la máxima prioridad correspondería a áreas con RFAA\_I relativa baja y tendencia negativa, mientras que aquellas áreas con RFAA\_I alta y tendencia positiva se consideran áreas de actuación no prioritaria, o no necesaria.

Los resultados indican que, bajo estos supuestos, las zonas con prioridad baja, o que no necesitan restauración (1-3), suponen el 36,3% de los píxeles analizados, mientras que los clasificados de prioridad alta (7-9) representan el 14,4%.

### Utilización como Sistema de Alerta Temprana

En el proceso de la gestión, frecuentemente es necesaria la adopción de medidas donde, además de conocer el funcionamiento y condición general, resulta vital disponer de información actualizada sobre el estado puntual del ecosistema. Contar con una herramienta que aporte este tipo de información resulta especialmente importante en zonas áridas donde la alta variabilidad climática implica cambios continuos en el estado de los ecosistemas, y dificulta su gestión contando exclusivamente con datos medios. Este es el objetivo que persiguen los sistemas de alerta temprana, diseñados para aportar información en tiempo real sobre el estado o la existencia de cambios

en el ecosistema.

El esquema de trabajo del Sistema permite evaluar cada 16 días (resolución temporal de las imágenes EVI) el estado de un área o ecosistema de la Reserva, tomando como referencia el comportamiento de años anteriores. La propuesta consiste en la representación de los valores actuales de radiación absorbida frente a los registros históricos. Como referencia se representan gráficamente los valores medios (media +/- desvío estándar) de la serie histórica disponible, y sobre el mismo gráfico se representan los valores actuales de la variable (Figura 10). El gráfico permite evaluar de forma rápida e intuitiva el estado puntual (en el tiempo) de un ecosistema en relación a su comportamiento medio, que normalmente es el que se toma de referencia como base para la planificación del territorio y cuyo desvío puede significar la no eficiencia, o incluso la aparición de efectos negativos, de la aplicación de las acciones de manejo programadas.

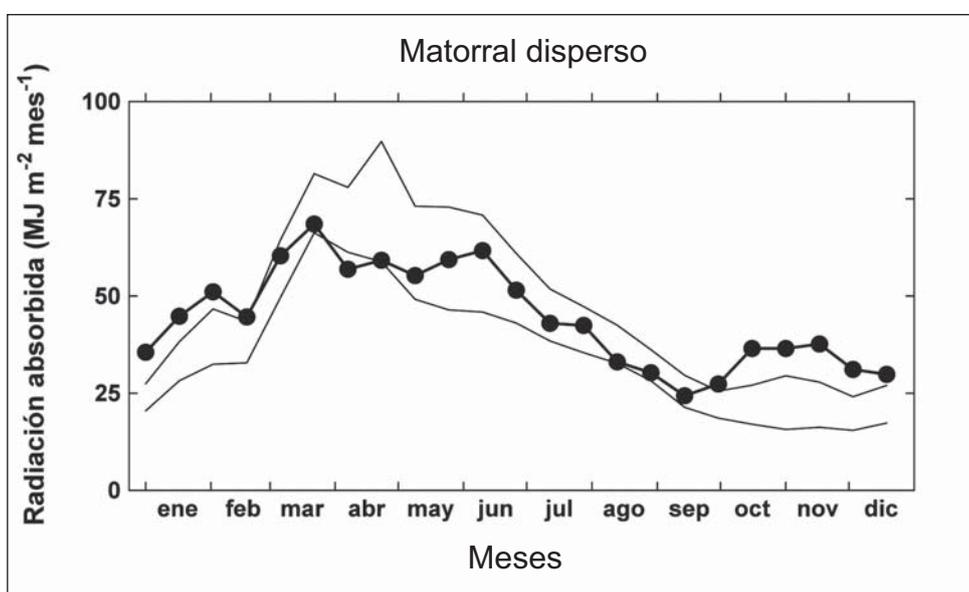


Figura 10. Gráfico para el Sistema de Alerta Temprana. Las líneas continuas delgadas indican rango promedio más/menos una desviación estándar (en este caso 2001-2007), y la línea gruesa con puntos muestra la dinámica del año más reciente (2008). Un dato cada 16 días.

La gestión ganadera sostenible del territorio resulta un claro ejemplo de la utilidad de este tipo de herramienta. Una correcta planificación de esta actividad debe basarse en el conocimiento de su capacidad de carga ganadera (o capacidad sustentadora), que se calcula a partir de la oferta energética de sus ecosistemas. Esta variable, estrechamente relacionada con la capacidad de producción de biomasa, se establece a partir de los datos obtenidos en campo o mediante la aplicación de modelos, pero en cualquier caso basado en datos medios del ecosistema (Passera, 1999). Si el gestor utiliza estos datos de capacidad sustentadora, como resulta aconsejable, para establecer el tamaño de la cabaña ganadera y no dispone de una herramienta como la propuesta, corre el riesgo de que en periodos donde las condiciones bioclimáticas se sitúen por debajo de la media la productividad disminuya y se produzcan situaciones de sobrepastoreo.

Un ejemplo como el que se propone en la Figura 10, donde hemos utilizado los niveles de referencia previamente establecidos para la clase de “matorral disperso” para construir el gráfico, permite ajustar la gestión ganadera a las condiciones concretas del ecosistema. El gestor, en base a información consistente, podría adoptar temporalmente medidas excepcionales que salvaguardaran la integridad del ecosistema, como podría ser la estabulación obligatoria del ganado durante el periodo en que se mantengan condiciones distintas de los valores medios para los que fue concebida la planificación.

## Consideraciones finales

El desarrollo de un sistema de seguimiento y alerta similar al descrito es factible en todo tipo de áreas protegidas, o cualquier otra zona donde se planifique la gestión del territorio. El sistema puede funcionar de forma relativamente sencilla y poco costosa, mantenido por un pequeño laboratorio con capacidad de procesamiento de sistemas de información geográfica. Por otra parte tiene capacidad de evolucionar e incrementar su capacidad de análisis a medida que se utiliza, gracias a la posibilidad de retroalimentar el sistema con la información y el conocimiento generado.

Una característica particularmente novedosa y atractiva del sistema propuesto es su capacidad de monitorear de manera directa un servicio ecosistémico intermedio (sensu Fisher et al. 2009) o de soporte (MEA 2003), tal el caso de la PPN. Esto permite establecer un vínculo directo con conceptos tales como la “salud” de los ecosistemas y con los beneficios que generaría el área protegida. Este tipo de análisis podría ayudar a detectar de manera temprana, y espacialmente explícita cambios funcionales, antes que tengan lugar alteraciones estructurales de menor probabilidad de reversión.

La incorporación de sistemas de seguimiento a la gestión del territorio aumentará la confianza en el proceso de toma de decisiones y mejorará la capacidad para administrar los recursos naturales. Así mismo, permitirá a los gestores enfrentar y mitigar las amenazas, y operar más eficazmente en los ámbitos jurídico y político al promover la comprensión pública de los recursos de la reserva. También permite un uso efectivo de las áreas protegidas como situaciones de referencia. Dado que el sistema propuesto puede ser aplicado fuera de los sitios conservados, es posible establecer comparaciones cuantitativas del nivel de afectación de servicios ecosistémicos clave como la PPN entre áreas protegidas y bajo otros tipos de uso.

Por último, pensamos que la eficacia del Sistema para su desarrollo y aplicación a objetivos específicos de monitoreo depende de una necesaria y efectiva colaboración entre gestores del territorio y especialistas en la técnica. La utilidad de datos de teledetección para el monitoreo se maximiza mediante la comprensión de las limitaciones y capacidades de las imágenes para la detección de cambios, en relación con los objetivos de seguimiento que deben ser básicamente marcados por los gestores.

## Agradecimientos

A Camilo Bagnato, Agustín Giorno (Universidad de Buenos Aires) y Siham Tabik (Universidad de Málaga), que contribuyeron a calcular la RFAA y sus tendencias. A Jeff Burkey (King County - Department of Natural Resources and Parks) por el desarrollo del código básico para el test de tendencias. Los autores han sido subvencionados a cargo de las siguientes instituciones y programas: Organismo Autónomo de Parques Nacionales (proyecto 066/2007), Fundación MAPFRE (convocatoria Proyectos I+D 2008), Junta de Andalucía (proyectos de excelencia RNM1280), Inter-American Institute for Global Change Research (IAI, CRN II 2031 y 2094; bajo la ayuda de la US National Science Foundation GEO-0452325). Las imágenes de satélite fueron descargadas gratuitamente del MODIS Land website.

## Bibliografía

Alcaraz-Segura, D.; Balde, G.; Durante, P.; Garbulsky, M.F. 2008. Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y gestión. *Ecosistemas*, 17(3):108-117.

Alcaraz-Segura, D.; Cabello, J.; Paruelo, J.M.; Delibes, M. 2008 Trends in the surface vegetation dynamics of the National Parks of Spain as observed by satellite sensors. *Applied Vegetation Science*, 11, 431-440.

Alcaraz-Segura, D.; Cabello, J.; Paruelo, J.M.; Delibes, M. 2009 Assessing protected areas to face environmental change through satellite-derived vegetation greenness: The case of the Spanish National Parks. *Environmental Management*, 43, 38-48.

Boyd, J.; Banzhaf, S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63 (2-3): 616-626

Cabello, J.; Alcaraz-Segura, D.; Altesor, A.; Delibes, M.; Liras, E. 2008. Funcionamiento ecosistémico y evaluación de prioridades geográficas en conservación. *Ecosistemas*, 17 (3), 53-63.

Cao, M.; Prince, S.D.; Small J.; Goetz, S.J. 2004. Remotely Sensed Interannual Variations and Trends in Terrestrial Net Primary Productivity 1981–2000. *Ecosystems*, 7, 232–242.

CMA 2007. Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del suelo de Andalucía. Consejería Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla, España.

Crabtree, R. et al. 2009. A modeling and spatial temporal analysis framework for monitoring environmental change using NPP as an ecosystem indicator. *Remote Sensing of Environmental*, 113, 1486-1496.

Clark, J.S. et al. 2001. Ecological Forecasts: An Emerging Imperative. *Science*. 293, 657-660

Coppin, P. et al. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. *International Journal Remote Sensing*. 25, 1565-1596.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P.; Van den Belt, M.. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 357:253-260.

Durante, P.; Oyonarte, C.; Valladares, F. 2009. Influence of land use types and climatic variables on seasonal patterns of NDVI in Mediterranean Iberian ecosystems. *Applied Vegetation Science*,

Escribano, P. 2002. Ecosystem Definition of zonation units in Cabo de Gata-Níjar Natural Park. Thesis report GIRS2002-045. Wageningen University. Wageningen. The Netherlands.

Fancy, S.G.; Gross, J.E.; Carter, S.L. 2009. Monitoring the Condition of Natural Resources in US National Parks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 151: 161-174.

Fisher, B.; Turner, K.; Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643-653.

Fraser, E.D.G et al. 2006. Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management* .78, 114–127

Grigera, G.; Oesterheld, M.; Pacín, F. 2007a. Monitoring forage production with MODIS data for farmers decision making. *Agricultural Systems* 94, 637-648.

Grigera, G.; Oesterheld, M.; Durante, M.; Pacín, F. 2007b. Evaluación y seguimiento de la productividad forrajera. *Rev. Argentina de Producción Animal* 27, 137-148

Goulden, L.; Kennedy, D, 1997. Valuing ecosystem services: philosophical bases and empirical methods. En G. Daily (Ed.). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Pp 237-252. Island Press, Washington, DC.

Haines-Young, R. ; Potschin, M. 2007. England's Terrestrial Ecosystem Services and the Rationale for an Ecosystem Approach. Tech. Rep. Defra Project Code NR0107. Defra. London.

Hartley, A.J.; Nelson, A.; Mayaux, P.; Grégoire, J-M. 2007. The Assessment of African Protected Areas. JRC Scientific and Technical Reports. Ed JRC and IES. European Comissio. Luxembourg. 77pp.

Hirsch, R.M.; Slack, J.R.; Smith, R.A. 1982. Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data. *Water Resources Research* 18(1), 107-121.

Hirsch, R.M.; Slack, J. 1984. A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence. *Water Resources Research* 20: 727-732.

Hocking, M.; Stolton, S., Dudley, N. 2000. Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing the Management of Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 121pp.

Kennedy, R.E.; et al. 2009. Remote sensing change detection tools for natural resources managers: Understanding concepts and tradeoffs in the design of landscapes monitoring projects. *Remote Sensing of Environment*, 113: 1382-1396.

Larson, W.E.; Pierce, F.J. 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In Doran et al (eds). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication N° 35. Madison. 37-51.

MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2004. *Ecosystems and human well-being: our human planet*. Washington, DC. Island Press.

Meijers, E. 1986. Defining confusions – confusing definitions. *Environmental Monitoring and Assessment* 7: 157–159.

Mooney H.A.; Ehrlich P.R. 1997. Ecosystem services: a fragmentary history. En: *Daily GC (Ed). Nature's services*. Washington, DC. Island Press.

Monteith, J. 1979. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 9:747-766

Nemani, et al. 2009. Monitoring and forecasting ecosystem dynamics using the Terrestrial Observation and Prediction System (TOPS). *Remote Sensing of Environment*, 113 (7): 1497-1509

Nichols, J.D. and Williams, K.B. 2007. Monitoring for conservation. *TREE*. 12, 668-673.

Oyarzabal, M. ; Oyonarte, C.; Giorno, A. 2008. Propuesta de un sistema de seguimiento y alerta para la gestión de espacios protegidos: el caso del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar (Almería, España). *Ecosistemas*, 17 (13), 98-107.

Paruelo, J.; Garbulsky, M.F.; Guerschman, J.P.; Jobbagy, E.G. 2004. Two decades of normalized difference vegetation index changes in South America: identifying the imprint of global change. *Int. J. of Remote Sensing*, 25, 1-12

Paruelo, J.M. 2008. La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos. *Ecosistemas*, 17(3):4-22.

Passera, C.B. 1999. Propuesta metodológica para la gestión de ambientes forrajeros naturales de zonas áridas y semiáridas. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España.

Petorelli, N. et al. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *TREE*. 20, 503-510.

Piñeiro, G. et al. 2006. Seasonal variation in aboveground production and radiation-use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing. *Ecosystems*. 9, 357-373.

Puertas, J.; Múgica, M.; Gómez-Limón, J. 2008. Avances en la gestión eficaz de las áreas protegidas. Actas del XIV Congreso de EURO PARK-España. Ed Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 144 pp.

Ringold et al. 1996. Adaptive Monitoring Design for Ecosystem Management. *Ecological Applications*. 6, 745-747.

Running, S.W. et al. 2004. A continuous satellite-derived measure of global terrestrial primary productivity. *Bioscience*, 54 (6): 547-560.

van Belle, G., and J.P. Hughes. (1984). Nonparametric Tests for Trend in Water Quality. *Water Resources Research* 20(1), 127-136.

# La restauración hidrológica, una herramienta para recuperar servicios ecosistémicos; el caso de Doñana, España

JUAN CARLOS RUBIO GARCÍA  
PATXI SERVETO I AGUILÓ

## Introducción

En 1998 tuvo lugar la rotura de una balsa de la mina de Aznalcóllar (Sevilla) y el vertido de toneladas de residuos contaminantes, que alcanzó en unas horas el río Guadiamar, ya en el Parque Natural Doñana, amenazando seriamente al Parque Nacional de Doñana (incluido en la Reserva de la Biosfera).

La salvación de Doñana movilizó, en un esfuerzo sin precedentes, a entidades institucionales y conservacionistas, y poblaciones locales, articulándose una magna operación de descontaminación. La catástrofe puso en alerta a las administraciones, ya que la percepción de un riesgo de magnitud desconocida provocó el análisis y reflexión acerca de la funcionalidad y requisitos de protección del Espacio Protegido y su entorno, reconociéndose por ello los errores históricos. Así pues, se consolidó una nueva conciencia respecto de la gestión y restauración hidrológica de Doñana, cuyas bases no obstante se venían debatiendo por parte de los gestores y de la comunidad científica: visión global, mínima intervención humana en el Parque Nacional y un ambicioso plan de acción en todas las cuencas y cauces fluviales vertientes, para devolver a Doñana el agua que vivifica sus marismas.

Por ello, paradójicamente el vertido ha supuesto una oportunidad para remediar también la compleja problemática producida por la profunda transformación de Doñana y su entorno, concretada en iniciativas como el “Proyecto de Restauración Hidrológica Doñana 2005”, o el Espacio Natural Protegido del “Corredor Verde del Guadiamar”. En definitiva, se trata de restaurar los ecosistemas en lo posible hasta el estado previo a la transformación, procurándose la máxima sostenibilidad de los servicios ecosistémicos que prestan al ser humano.

## 1. La Reserva de la Biosfera de Doñana

La declaración de Doñana como Reserva de la Biosfera por la UNESCO (1980), definió como Zona Núcleo al Parque Nacional de Doñana (creado en 1969, y ampliado en 1978 y 2004; 54.252 ha), y como Zona Tampón sus “Preparques” (esta-

---

juanc.rubio@juntadeandalucia.es / Director del Espacio Natural Doñana  
patxi.serveto.ext@juntadeandalucia.es / Técnico del Área de Gerencia (END)

blecidos en 1978; 26.540 ha), tres de los cuales pertenecen hoy al Parque Natural Doñana (declarado en 1989); no obstante, quedó sin definir una Zona de Transición.

Hasta mediados del siglo XX, se denominaba Doñana al conjunto de cotos de caza mayor, con paisaje de matorral y bosque, situados entre las marismas del río Guadalquivir y los arenales ubicados a sotavento del Médano del Asperillo. Al interés por la caza, practicada históricamente por la Corte y la Nobleza, se le fue incorporando la admiración y el estudio de la fauna; tal era su riqueza natural, que los viajeros de principios del siglo XIX compararon las marismas del Guadalquivir con las del Ganges, por la exuberancia de aves acuáticas que habitaban un vasto humedal de 250.000 ha, atravesado por los brazos de los ríos Guadalquivir y Guadimar, y entre los que emergían extensos islotes de marisma. La creación de la Estación y la Reserva Biológica de Doñana, en 1965 (6.974 ha), otorgó carta de naturaleza administrativa e investigadora a Doñana, que pocos años después se afianzó con la creación del Parque Nacional



**Figura 1.** Mapa de localización de la Reserva de la Biosfera de Doñana.

La evolución conservacionista, socioeconómica y política de nuestra sociedad ha propiciado que, con el transcurrir de los años, el Parque Nacional de Doñana constituya el corazón de una trama de espacios protegidos que, en conjunto, abarcan 146.945 ha, es decir el 50,65 % de la superficie del denominado Entorno –Comarca- de Doñana. Entre estos destaca el Parque Natural Doñana, que se distribuye perimetralmente al Parque Nacional; ambos forman, desde 2007, una unidad administrativa funcional denominada Espacio Natural de Doñana, gestionada por la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La población de la Comarca se distribuye, básicamente, en un conjunto de núcleos urbanos que forman una orla en torno a los espacios naturales protegidos, con una

población total aproximada de 190.000 habitantes empadronados (2008).

La singularidad de Doñana abarca gran parte de las características imaginables para un espacio protegido: es un territorio tremendamente cambiante, rico y diverso, cuya originalidad se refleja tanto en su evolución geomorfológica, como en la génesis de sus ecosistemas, en los episodios históricos que propician su reconocimiento y, especialmente, en el papel que ha desempeñado para la ciencia y la conservación de la naturaleza en las últimas décadas. Un lugar presidido por el agua como hábito fundamental; una reserva de vida que ha cambiado su fisonomía y su función social ininterrumpidamente, y que hoy representa uno de los escenarios donde se desarrollan algunos de los actos más relevantes de la agitada historia de la protección del medio natural y de los ecosistemas acuáticos.

El agua ha constituido históricamente, en efecto, el hilo conductor de este territorio, manifestándose bien a través de la deriva litoral de la corriente marina y el flujo de las mareas, o bien a través de los cauces que trazan las aguas superficiales, así como por el efecto de los acuíferos que definen la misma geografía bajo su suelo.



**Foto 1.** Vista general de la marisma estacional durante la época húmeda, con el sistema de dunas móviles proveniente de la costa.

## 2. La evolución histórica y transformación de Doñana

El aspecto actual de Doñana no tiene más de dos milenios, siendo de origen sedimentario el territorio donde se ubica, fruto de las acciones eólica, marina y fluvial. Doñana es, pues, el resultado evolutivo del gran estuario formado en la desembocadura del río Guadalquivir por el último ascenso del nivel del mar; después, cuando se estabilizó en su nivel actual –hacia el año 6.000 a.C.–, se produjo el avance de una barra costera en dirección NO-SE, formada por los sedimentos transportados por la deriva litoral procedentes de los ríos Tinto, Odiel, Piedras y Guadiana, así como

de la erosión de la costa algarvía portuguesa. Esta barra fue cerrando el estuario, formándose una albufera de aguas tranquilas que existió hasta épocas históricas; fue el lago Ligur para los fenicios, denominado Ligustinus durante la época romana.

En su lecho se depositaron los sedimentos fluviales que actualmente constituyen el sustrato de las marismas, así como sedimentos marinos, sin olvidar entre ellos la arena arrastrada al interior por el viento en forma de dunas móviles. Entre estos sedimentos, los ríos Guadalquivir y Guadiamar dividían su cauce, a unos 60 kilómetros de su desembocadura, formando cinco brazos: Canal Principal, caño Guadiamar, caño Travieso, brazo de la Torre y brazo del Este; las marismas comprendían, pues, toda la zona situada entre ellos. Como resultado de estos procesos naturales, en el territorio de Doñana evolucionaron tres grandes unidades ecológicas y paisajísticas: el litoral con sus cordones de dunas móviles, las arenas estabilizadas o “cotos”, y las marismas.

La presencia humana en Doñana se remonta prácticamente a su propio origen geomorfológico, hace unos tres mil años; sus recursos naturales fueron disfrutados por las culturas tartésica, griega, fenicia, romana y árabe. A partir de la cristianización, a comienzos del siglo XIV, la actividad humana puede resumirse en diversos periodos: cinegético, entre comienzos del s. XIV hasta el primer cuarto del s. XVII; ganadero, hasta mediado el s. XVII; forestal, hasta finales del s. XIX; de transición, hasta mediado el s. XX, y agrícola intensivo, a partir de entonces; por último, desde comienzos de los años 1960 se inició la actividad conservacionista, que con el tiempo incorporó el uso público, así como la turística.

En efecto, la margen izquierda del estuario del Guadalquivir sufrió una transformación radical desde 1940, convirtiendo sus pastizales inundables en un productivo regadío de tablas de arroz surcadas por una tupida red de canales, aplicando los ensayos iniciados en los años 20 con la transformación de las marismas mediante pólderes; se creó así, junto a los pueblos de colonización, un nuevo paisaje, que se extendió hacia el sur por la margen derecha hasta ocupar actualmente unas 35.000 ha.

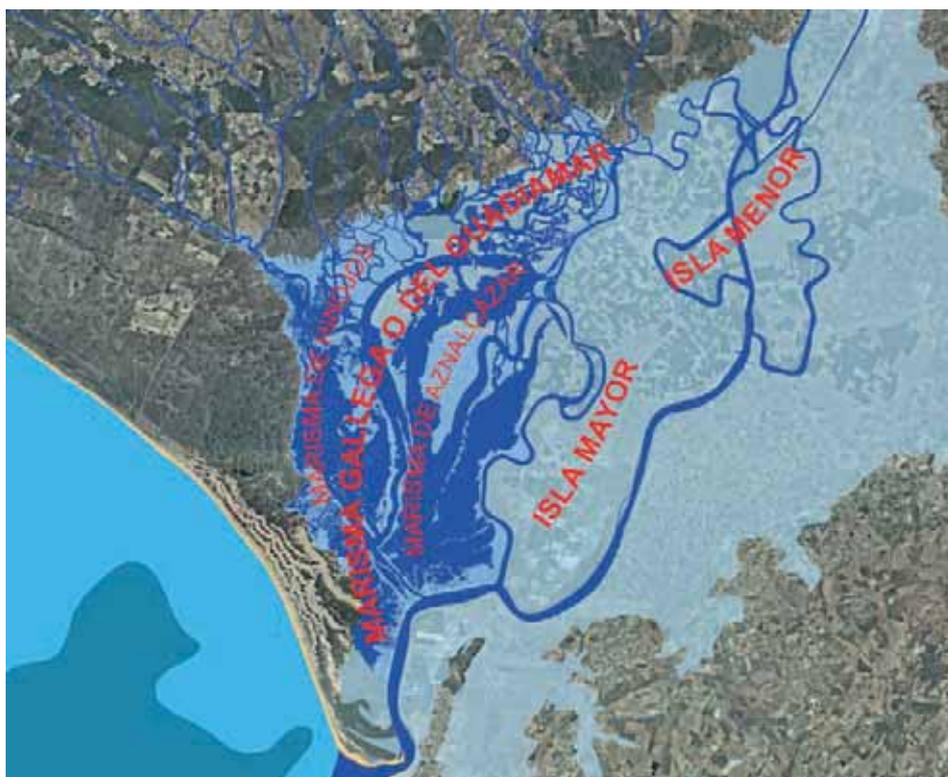
Siguiendo con este modelo de desarrollo, en la década de los años 50 se inició el denominado Plan General de Transformación de la Zona Regable Almonte-Marismas, un magno proyecto avalado por la FAO (ONU), que preveía cultivar 46.000 ha de regadío de algodón y remolacha al norte y oeste de Doñana, extrayendo los abundantes recursos hídricos del Sistema Acuífero Almonte-Marismas; pero todavía se desarrolló una segunda Fase del Plan, sobre unas 15.000 ha al norte del Parque Nacional. Este cambio de usos supuso la supresión de los bosques y pastizales existentes, así como la canalización de los arroyos y ríos; con el transcurrir de los años, las extracciones del acuífero han afectado significativamente al nivel freático, que desciende progresivamente en muchos puntos, desecándose surgencias y lucios tradicionales.

La puesta en cultivo de tan extensa superficie regable, en una región agrícola dominada por el secano para el autoconsumo, ha resultado ser un experimento desarrollista difícil y controvertido; finalmente, ha derivado hacia la producción de fresón y frutal, con una agricultura muy tecnificada a base de invernaderos, cultivo bajo plástico y gran consumo de agua, fertilizantes y fitosanitarios.

El incremento de este desarrollo agrícola, completado en los cotos de Doñana con intensivas repoblaciones de pino piñonero y eucalipto iniciadas en la década de

1950, coincidió en el tiempo con el desarrollo del sector turístico en nuestro país, promocionándose entonces los grandes asentamientos típicos del litoral español; surgieron así los núcleos de Matalascañas y Mazagón.

Así pues, los paisajes tradicionales de Doñana, modelados por los usos y aprovechamientos tradicionales –apicultura, carboneo, caza, cosecha de piñón, ganadería, marisqueo, pesca y silvicultura-, fueron modificándose paulatina y profundamente a lo largo del siglo XX, poniendo en peligro la conservación de especies y ecosistemas, y abriendo paso al ineludible debate sobre la gestión y el desarrollo sostenible del territorio.



**Figura 2.** Red hidrográfica original de la marisma; en ella se puede observar el área de inundación natural previa a las grandes transformaciones humanas del siglo XX.

### **Alteraciones de la red hidrográfica natural y funcionamiento hidráulico actual**

Las primeras transformaciones producidas por el ser humano en la red hidrográfica natural se remontan a 1775, cuando algunas zonas de marismas ya continentalizadas se terminaron de desecar para su aprovechamiento ganadero; y en 1816 se realizó la “Corta” Fernandina, de manera que el brazo de la Torre quedaba aislado del Guadalquivir, recibiendo tan sólo las aguas del río Guadiamar. Pero las transformaciones más profundas tuvieron lugar en la segunda mitad del siglo XX, destinadas fundamentalmente a la desecación de las marismas para su transformación agrícola en regadío y arrozal, y a la regulación de la cuenca del Guadalquivir para favorecer su

navegabilidad hasta Sevilla; las obras consistieron en el encauzamiento y modificación del sistema hidrológico, provocando una importante disminución de los recursos hídricos disponibles en la marisma de Doñana, al impedir las aportaciones del caño Guadamar y del caño Travieso.

La extensión de la marisma actual de Doñana es de unas 27.000 ha, aproximadamente la mitad de la superficie del Parque Nacional, siendo sólo una parte de las 140.000 ha que, a comienzos del siglo XX, formaban las denominadas Marismas del Bajo Guadalquivir. Además, han perdido su primigenio carácter mareal, constituyendo una llanura de inundación fluvial alimentada casi exclusivamente por las lluvias y los arroyos vertientes: Rocina, Partido y Cañada Mayor. Estos crean en la marisma una red de cauces estacionales, unos más recientes y activos, y otros prácticamente “paleocauces”, denominados “quebradas”, que sólo recuperan su antigua funcionalidad en grandes avenidas, aunque algunos están también parcialmente colmatados o incluso superpuestos por cauces más recientes; en ellos se alternan las zonas más deprimidas, caños y Lucios, con aquellas más elevadas, los “paciles”, y están flanqueados habitualmente por las denominadas “vetas”. Todas estas pequeñas variaciones del nivel de agua permiten albergar la variedad de hábitats y biotopos que presenta este humedal.

El ciclo anual de funcionamiento de la marisma comienza con su inundación lenta y progresiva, normalmente entre los meses de octubre y noviembre, quedando sólo emergidas las zonas elevadas y encharcándose, por tanto, un máximo de 17.000 ha, con una profundidad media de 20 cm. Esta etapa de encharcamiento dura hasta los meses de marzo o abril, favorecida por la impermeabilidad de las arcillas que forman su lecho, época en la que suelen equilibrarse los aportes hídricos y la evapotranspiración; a partir de entonces, las pérdidas por evapotranspiración desecan progresivamente la marisma, quedando algo de agua muy salina hasta mediados o, rara vez, finales del verano en las zonas más deprimidas. Antes de las transformaciones hidráulicas descritas, los aportes de aguas superficiales garantizaban zonas inundadas hasta bien entrado el verano, e incluso de un año para otro.

Además, el papel del agua subterránea es vital para Doñana, ya que contribuye decisivamente a atenuar la estacionalidad del balance hídrico anual: por un lado, permite que se alcance el nivel de agua de la marisma durante el ciclo de inundación, garantizando su mantenimiento durante el máximo tiempo posible y, por otro, contribuye decisivamente a atenuar el estiaje de la vida animal y vegetal; por ejemplo, en el árido ecosistema dunar mantiene húmedo el suelo de los “corrales” durante todo el año, al estar el nivel del acuífero próximo a la superficie.

Así pues, la gestión de Doñana se debatirá seguramente, a medio plazo, entre estas dos realidades: la de su colmatación y transformación en llanura litoral desecada, y la de su paulatina inundación marina y retroceso costero, debido al ascenso del nivel del mar provocado por el Cambio Climático. Por ello, el ser humano debe ser consciente que esta zona singular de la naturaleza es geológicamente efímera en el tiempo, y que su conservación debe mantenerse con transformaciones antrópicas bajo estricto control científico.



**Figura 3.** Red hidrográfica transformada de la marisma; en una primera etapa, se produjeron los encauzamientos del río Guadalquivir, así como las modificaciones hidrológicas para la agricultura (1947-1977); en la segunda etapa, se procuró la regeneración hídrica de la marisma (1982-1987), aunque sus actuaciones también causaron importantes impactos en Doñana, debido a la ausencia tanto del conocimiento científico preciso como de una visión holística de todo el sistema. 1. Río Guadalquivir; 2. Brazo de la Torre; 3. Caño Travieso; 4. Caño Guadamar; 5. Madre de las Marismas; 6. Arroyo de la Rocina; 7. Arroyo del Partido; 8. Arroyo Cañada Mayor; 9. Arroyo de la Cigüeña; 10. Río Guadamar; 11. Arroyo de Majaberraque; 12. Brazo del Este.

— Muros de canalización.

— Límite del Parque Nacional de Doñana hasta 2004.

### 3. El vertido contaminante de la mina de Aznalcóllar

**Foto 2.** Río Guadamar contaminado tras el vertido; en él se aprecia la superficie de ribera que llegó a ocupar la riada de aguas y lodos provenientes de la balsa de residuos de la mina de Aznalcóllar.



El 25 de abril de 1998 tuvo lugar la rotura accidental de la balsa de residuos de la mina de Aznalcóllar, vertiéndose al río Agrio, y de allí al Guadiamar, unos 6 hm<sup>3</sup> de lodos con elevadas concentraciones de arsenopirita, pirolusita y otros minerales; recorrieron más de cuarenta kilómetros, ocupando una superficie de 2.600 ha, entre el río Guadiamar y las fincas agrícolas colindantes, más 2.300 ha contaminadas por las aguas desbordadas del cauce. Las aguas ácidas con metales pesados disueltos avanzaron diez kilómetros más que los lodos, alcanzando el Parque Natural y amenazando seriamente al Parque Nacional.

En primera instancia, la inmediata intervención de las direcciones de ambos Espacios Naturales logró limitar la contaminación al canal de Entremuros, a las mismas puertas de la Reserva de la Biosfera, vertiéndose entonces cerca de 2 hm<sup>3</sup> de lodos al brazo de la Torre y de allí al Estuario. Finalmente, el día 28 pudo ser detenido el flujo, sellándose las marismas de Doñana.

A continuación, la actuación conjunta de la Junta de Andalucía y el Ministerio de Medio Ambiente (Gobierno de España), a través de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, procuró con extremada celeridad la depuración in situ de las aguas retenidas en Entremuros, así como la retirada de los suelos contaminados.

Posteriormente, se han puesto en marcha iniciativas ambiciosas destinadas a remediar la profunda transformación hídrica producida en Doñana y su entorno, como el “Proyecto de Restauración Hidrológica Doñana 2005” y el Espacio Natural Protegido del “Corredor Verde del Guadiamar”, que se exponen a continuación.

## 4. El Proyecto Doñana 2005

El Patronato del Parque Nacional de Doñana aprobó, el 16 de mayo de 1998, una resolución solicitando al Ministerio del Medio Ambiente la evaluación del impacto ambiental del vertido, así como una regeneración hídrica que garantizase los aportes a la marisma de los caudales necesarios, en calidad y cantidad. En consonancia, el Consejo de Ministros (Gobierno de España) aprobó, el 22 de mayo, un paquete de medidas urgentes para hacer frente al vertido minero, que incluyó las bases de un ambicioso Proyecto de Regeneración Hidrológica que denominó “Doñana 2005”, cuyo ámbito, tanto los Parques Nacional y Natural como sus cuencas y cauces vertientes, trascendía la zona de descontaminación.

### Tratando con incertidumbres

El conjunto de iniciativas y actuaciones de proyectos como Doñana 2005 o el Corredor Verde del Guadiamar, debe partir inexorablemente de la constatación de que, a pesar del enorme volumen de información, trabajos de investigación y recursos humanos cualificados existentes sobre Doñana, este Espacio Natural constituye un sistema extremadamente complejo y, por tanto, con un elevado grado de incertidumbre y muchos aspectos aún desconocidos para la ciencia; así lo atestigua la experiencia histórica sobre acciones de restauración hidrológica y ecológica en estas marismas, de la que su mayor exponente había sido, hasta la fecha, el Plan de Regeneración Hídrica, ejecutado a partir de 1984.

No obstante, a este factor hay que añadirle otro igualmente importante; Doñana ha sido, es y seguirá siendo un sistema extremadamente dinámico y cambiante. Ambos factores implican que las acciones de restauración deben ser adaptativas, es decir, que su proceso de ejecución debe retroalimentarse permanentemente con la información relativa a la comprensión de los procesos. Por ello, Doñana 2005 cuenta con un sistema de seguimiento y evaluación, así como con un programa de investigación asociado a cada una de las actuaciones, interconectándolas y analizando simultáneamente cómo responde el sistema a los cambios introducidos en las variables ambientales externas, y cómo evolucionan los procesos internos.

Las iniciativas y actuaciones incluidas en este Proyecto se mueven, por tanto, en el marco de las incertidumbres. Pero estas contradicen, inevitablemente, el loable deseo de muchos sectores ciudadanos y científicos de devolver Doñana a su estado natural, tal como fue en el pasado; porque esto es, simplemente, imposible. Debe reconocerse por tanto que, debido al dinamismo de Doñana, se han producido grandes e irreversibles cambios, tanto en las influencias externas como en los procesos internos, tanto en escalas temporales geológicas como ecológicas e, incluso, humanas. Por ello, nunca recuperará sus condiciones prístinas; sin embargo, sí pueden desarrollarse acciones que le devuelvan diferentes grados de naturalidad histórica.

### **Objetivos del Proyecto Doñana 2005**

1. Restaurar el sistema hidrológico y la dinámica de la marisma, asegurando la calidad y la cantidad de los aportes hídricos.
2. Restaurar la permeabilidad entre la marisma de Doñana y el estuario del Guadalquivir.
3. Detener el proceso de degradación de la marisma y restaurar los ecosistemas y paisajes marismenños.
4. Establecer un programa de seguimiento y evaluación del Proyecto, así como promover su difusión y la investigación asociada al mismo.
5. Evitar que aguas contaminadas entren en la marisma de Doñana, o sean utilizadas para las necesidades humanas.

### **Organización**

El Proyecto cuenta con un Coordinador (Director del Instituto del Agua de Andalucía –Junta de Andalucía-), y con un Grupo de Apoyo (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir –Junta de Andalucía-, Organismo Autónomo de Parques Nacionales –Gobierno de España-, Estación Biológica de Doñana/Consejo Superior de Investigaciones Científicas –Gobierno de España-, Espacio Natural Doñana y Consejería de Medio Ambiente –Junta de Andalucía-), con el asesoramiento de una Comisión Científica (universidades, EBD/CSIC y UNESCO).

Su ejecución se lleva a cabo mediante ocho actuaciones, con una inversión total estimada de 83.510.000 euros; su finalización se espera para lo que resta de esta década (2001-2010).

### **Actuaciones**

El Proyecto Doñana 2005 ha establecido un conjunto de actuaciones con una

visión global, integradora, sinérgica y procurando su máxima conectividad, teniendo en cuenta el carácter demostrativo que poseen en el proceso de reconstrucción y conservación de este Espacio Natural, constituyendo en algunos casos auténticos proyectos piloto que ejercerán como banco de pruebas para intervenciones posteriores.

En consecuencia, las actuaciones de restauración propuestas abarcan una amplia tipología, comprendiendo tanto acciones orientadas a la restauración de la dinámica hídrica de la marisma mediante las aportaciones de agua en calidad y cantidad, como otras orientadas a la regeneración de tierras transformadas por los cultivos, el ensayo de filtros naturales, la depuración de aguas vertientes, la recuperación de la funcionalidad mareal de caños y esteros, o la restauración de cauces para frenar el aporte de sedimentos. Pero, además, la restauración que propone Doñana 2005 aporta dos iniciativas esenciales. La primera, es la consolidación de un Sistema de Seguimiento y Evaluación permanente de todas las actuaciones, con el fin de corregir a tiempo decisiones erróneas que puedan ser irreversibles para la salud de la marisma; este seguimiento se completa con un ambicioso Programa de Investigación asociado. La segunda, es la constitución de una Comisión Científica, con la finalidad de validar las intervenciones y prever sus efectos; en caso de que tenga dudas razonables sobre los procesos que puedan desencadenar, puede desaconsejar las actuaciones, acotando las incertidumbres. Por último, el Proyecto contempla la dotación de recursos para mejorar el conocimiento del funcionamiento del sistema hidrológico de Doñana, como ha sido la elaboración de un “Modelo numérico de la hidrodinámica de las marismas del Parque Nacional de Doñana”; este ha requerido de una precisa base digital, ya que el terreno es difícil de representar a causa de sus escasos desniveles, necesitándose una precisión de centímetros para determinar correctamente el comportamiento de las aguas superficiales.

A continuación se describen las actuaciones prioritarias del Proyecto Doñana 2005, destacándose de cada una de ellas los aspectos más relevantes:

**Actuación I:** su objetivo es evitar la erosión y sedimentación de arena en la marisma de El Rocío, recuperando este lugar de especial importancia. Para ello, se ha acometido la recuperación de los arroyos Soto Chico y Soto Grande, y el de la laguna de los Reyes, así como la creación de dos lagunas naturalizadas; para recuperar este funcionamiento hidrológico natural, se han debido expropiar 310 ha de la finca agrícola “Los Mimbrales”.

**Soto Chico y Soto Grande.** La implantación, a partir de 1963, de una red de drenaje en la finca de Los Mimbrales, transformó el sistema hidrológico natural de los arroyos que desembocan por el Sur en el tramo final del arroyo de La Rocina, una de las Zonas de Protección del Parque Nacional. La red interceptaba las cuencas y los cauces de dichos arroyos, cuyo régimen hidrológico se hizo entonces más estacional, reduciendo notablemente sus aportaciones a la marisma de El Rocío; esto provocó la paulatina regresión de su vegetación, lo que aumentó el aporte de arenas a la marisma y la desaparición de un corredor para la fauna, añadiéndose a todo ello el impacto paisajístico.

Para resolver estos déficits, se procedió a la eliminación de la red de drenaje de la finca y la construcción de dos lagunas, que permiten remansar las avenidas, así como la sedimentación y la autodepuración del agua. Además, se construyeron cauces

naturalizados y se reforestó con especies autóctonas, tanto con vegetación riparia en los cauces como en el resto de la finca expropiada, acelerando el proceso natural de colonización del área, que ha sido incorporada al Parque Nacional. Pero, para completar la actuación, debería mejorarse la calidad del agua que llega procedente de las zonas agrícolas aledañas, lo que requeriría un cambio de las prácticas agrícolas mediante acuerdo social.

**Actuación 2:** su objetivo consiste en garantizar la depuración máxima de las aguas residuales de la aldea de El Rocío, que siempre se vertieron libremente a la marisma.

El agua de El Rocío. La aldea linda con la marisma del Parque Nacional, ocasionando hasta hace bien poco serios problemas de contaminación al verter directamente sus aguas residuales. Pero, además, en El Rocío se lleva a cabo una afamada Romería, en la que se congregan cientos de miles de peregrinos durante una semana al año. Por ello la depuradora, construida junto al caño Marín pero alejada de El Rocío para evitar su impacto paisajístico, tuvo que adaptarse a estas circunstancias, incorporando una gran balsa de almacenamiento y pretratamiento.

Pero, para la mentalidad del Proyecto Doñana 2005, había que ser más ambiciosos; por ello, con el fin de lograr una mayor integración ambiental de la actuación, se hacía necesario completar la depuración de las aguas residuales mediante un tratamiento terciario químico. Así pues, el agua depurada tiene una excelente calidad, alimentando un pequeño humedal que sirve como refugio para especies autóctonas. De esta manera, esta Actuación se ha convertido en un referente para la depuración de aguas residuales en el Entorno de Doñana.

**Actuación 3:** su objetivo aborda restaurar el arroyo del Partido, para evitar que vierta arena sobre la marisma. Para ello, deben controlarse los procesos de erosión, transporte y sedimentación en su cuenca, frenando el avance del cono de deyección sobre la marisma y situándolo en la llanura de inundación previa, que se recupera; además, se protegen los terrenos agrícolas que no se expropian y se realiza una restauración ambiental integral de una amplia zona junto a los Parques, Natural y Nacional, de Doñana.



**Foto 3.** Conos de sedimentación de los arroyos del Partido (derecha) y de Soto Chico (izquierda abajo) sobre la Madre de las Marismas, junto a la aldea de El Rocío (arriba).

**Frenar las arenas en la marisma.** El arroyo del Partido es uno de los cauces que desembocan en la marisma de Doñana, a la altura de El Rocío. Hasta mediados de los años 80, su balance sedimentario se mantenía en un equilibrio inestable, ya que la baja velocidad y profundidad del agua permitía que se formara un gran cono de deyección bastante antes de desembocar en la marisma, por el puente del Ajolí, repartiendo en él los sedimentos de las avenidas; de esta forma, el arroyo salía del cono hacia la marisma sin apenas sedimentos y en régimen uniforme.

Pero, a partir de 1986, el cono de sedimentación se desplazó a la marisma, aumentando significativamente su superficie hasta unas 250 ha. Ello se debió a que, en esas fechas, el cauce principal del arroyo del Partido se canalizó, tras ser incluido en el Plan Almonte-Marismas, lo que provocó su fuerte erosión de carácter remontante; además, el 74% de su cuenca es campiña deforestada, donde se llevan a cabo prácticas agrícolas intensivas que también provocan la erosión del suelo. Paradójicamente, los cultivos que ocuparon la llanura de inundación original tras la canalización, se encuentran hoy prácticamente abandonados.

La solución al problema creado en el arroyo del Partido se ha concretado en una actuación global sobre la cuenca, apoyada por intervenciones muy medidas en el propio cauce:

- Reducción del caudal sólido aportado por la cuenca; pretende realizarse mediante programas de reforestación y de revegetación de los cauces, complementados con iniciativas que favorezcan prácticas de cultivo adecuadas desde el punto de vista hidrológico.
- Control de los procesos de erosión, transporte y sedimentación del cauce sobre la marisma; pretende realizarse mediante la construcción de umbrales de fondo, en el arroyo del Partido y en la cañada del Pinar, que durante las avenidas desborden los

cauces en una llanura de inundación que recupere el cono de sedimentación original.

- Regeneración de los ecosistemas de la zona transformada por los proyectos agrícolas y por los depósitos de arenas.

**Actuación 4:** su objetivo se ha orientado a restaurar la “Marisma Gallega” del Parque Natural. Consiste en la recuperación del perfil original de este sector, eliminando la red artificial de drenajes y caminos, la restauración del perfil del caño Guadamar, y el restablecimiento de la continuidad hidrológica entre la marisma del Parque Nacional y la del Parque Natural.

**La Marisma Gallega.** Con una superficie de 2.200 hectáreas, está situada al norte del Parque Nacional y forma parte del Parque Natural. Fue incluida en el Plan Almonte-Marismas, en virtud del cual desde comienzos de los años 1950 se excavaron en ella drenajes que desecaron la marisma natural; estos evacuaban hacia el caño Guadamar, al que se había alterado su perfil, en planta y sección, construyéndose además para ello varios caminos de servicio. Lamentablemente, la finca nunca llegó a cultivarse.

Por tanto, esta Actuación se ha dirigido a recuperar hidrológica y ecológicamente esta marisma transformada, devolviendo además el perfil original al tramo correspondiente del caño Guadamar.

Para ello, en primer lugar se han rellenado todos los drenajes y desagües con el material excavado y acumulado desde entonces, así como con el eliminado de los caminos de servicio; para ello, se tuvo especial cuidado en las intersecciones entre los drenajes y los caños naturales, ya que había que devolverles su funcionalidad. De igual modo se ha procedido con el drenaje principal, el propio caño Guadamar (8 kilómetros de longitud), pero recuperando en este caso su perfil natural, aunque de forma parcial para realizar un seguimiento y evaluación que permita comprobar la efectividad de la intervención, destinada además a recrear nuevos hábitats estableciendo pequeñas vetas, paciles y lucios.

Por otro lado, entre la Marisma Gallega del Parque Natural y el Parque Nacional se había construido el conocido como “Muro de la FAO”, que presta servicio a los ganaderos de Almonte y de Hinojos, así como a las visitas de Uso Público al Centro de Interpretación “José Antonio Valverde”; este muro impedía la llegada a la Marisma Gallega del agua de los cauces vertientes, y la comunicación con el caño Guadamar se hacía a través de una insuficiente compuerta. Por ello, se llegó a considerar incluso la eliminación del muro, aunque finalmente se pactó el mantenimiento de su funcionalidad ganadera, mediante su permeabilización con una batería de tubos que conectaban ambos lados de las marismas.

**Actuación 5:** su objetivo pretende recuperar los aportes hídricos del caño Guadamar a la hidrología superficial de la marisma de Doñana. Consiste en la reincorporación a la misma de los caudales del río Guadamar, del arroyo de la Cigüeña, así como de los regajos del Almirante, Sajón y Juncosilla, a través del caño.

**La recuperación del caño Guadamar.** Históricamente, las aportaciones hídricas al Parque Nacional de Doñana procedentes de los brazos en los que se desdoblaba el río Guadamar durante las avenidas, entre ellos el caño Guadamar, suponían más de la mitad de los aportes totales a la marisma, entonces sin transformar. Además, también el arroyo de la Cigüeña drenaba directamente al caño, a través de pequeñas

lagunas conectadas entre sí.

Sin embargo, el Plan Almonte-Marismas supuso el desvío de las aguas del arroyo de la Cigüeña y del río Guadamar hacia el canal de Entremuros, para la puesta en cultivo de las tierras desecadas. Con esta transformación, la marisma de Doñana perdió la aportación hídrica que llegaba a través del caño, aunque con ello también se redujo la superficie receptora. Así pues, el problema del déficit hídrico de la marisma ha sido especialmente acuciante en años y periodos secos, debido a que las cuencas tributarias apenas aportan en la actualidad el 50 % de su capacidad natural, causando un importante estrés hídrico y, por tanto, un impacto apreciable sobre los ecosistemas.

Por otra parte, la calidad de las aguas del río Guadamar ha empeorado durante las últimas décadas, como consecuencia de los vertidos de aguas residuales de las poblaciones aledañas, de la contaminación agrícola y de la actividad minera; este proceso alcanzó su cénit con el vertido de la mina de Aznalcóllar.

Por tanto, el Proyecto Doñana 2005 pretende, por un lado, recuperar en cantidad y calidad las aportaciones del caño Guadamar a la Marisma Gallega, y a la marisma de Doñana en general, procedentes de la cuenca del río Guadamar y de otros cauces tributarios menores; con ello, se reducirá la frecuencia e intensidad de los periodos secos, que tan negativamente afectan a la funcionalidad ecológica de las marismas, así como recuperar el funcionamiento hidrológico histórico de la marisma aún existente. No se pretende con ello, no obstante, elevar el nivel de inundación de la marisma por encima de las cotas naturales, como ocurre actualmente en años de grandes avenidas debido a la existencia de la mota denominada “Montaña del Río”; por ello, esta problemática se aborda de forma independiente y en paralelo, con la retirada de la prolongación de la mota en la Fase II de la Actuación 8.

Y, por otro lado, se pretende mejorar la integración ambiental de la zona correspondiente al sector III del Plan Almonte-Marismas, mediante una restauración ecológica y paisajística que contribuya, además, a crear áreas para la investigación y el Uso Público.

En definitiva, esta Actuación pretende favorecer la circulación del agua a través de la marisma en dirección Norte-Sur, en sincronía con el restablecimiento de su comunicación natural con el río Guadalquivir y con el brazo de la Torre.

**Actuación 6:** su objetivo consiste en restaurar morfológica y funcionalmente el caño Travieso, desde la “Vuelta de la Arena” hasta desaguar en el Lucio de los Ánsares, recuperando su aportación hídrica a la marisma; incluye la recuperación del perfil natural de la finca “Los Caracoles”, propiedad agrícola incorporada al Parque Nacional (2004), mediante su restauración ambiental integral.

**Restauración del caño Travieso.** El ámbito de esta actuación surge también como respuesta a la transformación agrícola de la marisma, efectuada hace décadas por el Plan Almonte-Marismas, siendo entonces una de las acciones más impactantes el desvío y encauzamiento del arroyo de la Cigüeña, del río Guadamar y del brazo de la Torre hacia el canal artificial de “Entremuros”, que eliminó así sus aportaciones hídricas a la marisma del Parque Nacional; el caño Travieso también se incluyó en el canal cuando se polderizó la contigua finca Los Caracoles (1969).

Así pues, para acometer la restauración de este sistema hídrico se ha diferenciado el estado actual del caño Travieso, antiguo brazo compartido de los ríos Guadalquivir y

Guadiamar, en tres tramos: de Norte a Sur, el primero va desde su “nacimiento”, como continuación del cauce natural del río Guadiamar, hasta la Vuelta de la Arena (5,5 km de longitud), y discurre encajonado en Entremuros; el segundo, localizado dentro de la finca Los Caracoles (7,8 km), está rodeado por muros de tierra y colmatado por la actividad agrícola; y, el tercero, está situado dentro del Parque Nacional y está bien conservado, a pesar de que no tiene funcionamiento hidráulico desde hace décadas.

Circunscribiéndonos al ámbito de la finca Los Caracoles, el primer paso consistió en la expropiación de la finca (2003), dedicada al cultivo de cereal de secano y al aprovechamiento cinegético. Tras ello, se procedió a la demolición de todas las construcciones, así como la retirada de los muros Sur y Oeste, perímetro que en su día se construyó para evitar inundaciones, restableciéndose la continuidad de estas 2.680 ha con la marisma del Parque Nacional; por otro lado, se ha procedido a la recuperación del cauce natural del caño Travieso, así como la recuperación del perfil original de la zona mediante el relleno de la red de drenaje existente, que evacuaba el agua por bombeo a Entremuros, utilizando para ello tierras procedentes de la retirada de los muros, del perfilado del caño y de la excavación de nuevos lucios. Toda esta operación representa uno de los mayores desafíos técnicos y científicos que se han realizado a favor de la conservación de Doñana, dada la complejidad y el carácter experimental que tiene la renaturalización de una zona tan amplia.

En paralelo, se conectará este tramo del caño con el anterior, localizado ya en Entremuros hasta la Vuelta de la Arena, incluyendo también su restauración y conexión con el brazo de la Torre, así como la eliminación del muro derecho de Entremuros y de su prolongación hasta la desembocadura del Guadalquivir.

**Actuación 7:** su objetivo propone recuperar la funcionalidad fluvial y mareal del brazo de la Torre hasta la Vuelta de la Arena, volviendo a ser uno de los cauces receptores de los caudales ordinarios del río Guadiamar y rescatando su carácter mareal, lo que implicará el aumento de la biodiversidad.

**La influencia mareal de la marisma.** A principios del siglo XX, el llamado brazo de la Torre, el más occidental del río Guadalquivir, era una importante vía de navegación para barcas. Sin embargo, las sucesivas regulaciones del río, las cortas y el dragado del canal principal de navegación, junto a la desaparición de las avenidas a consecuencia de los encauzamientos, tanto de “El Río Grande” como del Guadiamar, le restaron importancia hasta convertirlo en un cauce de aguas someras y colmatado en su parte alta, aislado de las mareas. En consecuencia, perdió la importante funcionalidad mareal que tenía en el sistema hidrológico de la marisma, mediante las aportaciones que realizaba tanto durante el estío con la marea alta, como cuando el río Guadiamar se desbordaba a través de su conexión con el caño Travieso.

Así pues, con el fin de recuperar parte de esta funcionalidad hidrológica natural, la intervención se basará en:

- Eliminar el muro izquierdo de Entremuros a partir de la Vuelta de la Arena, correspondiente a la finca “Veta de Alf”, recuperando su antigua llanura de inundación, de forma que allí se incorporen tanto el caudal ordinario, que ahora discurre por el canal de Aguas Mínimas, como parte de los caudales de avenida procedentes del río Guadiamar.
- Dragar el brazo, ahora colmatado, hasta la Vuelta de la Arena, para permitir por

este punto la entrada del agua mareal hasta la marisma a través del caño Travieso.

Una vez recuperado este funcionamiento hidráulico, se procederá a la restauración natural de la vegetación, hábitats y paisaje del brazo de la Torre. Para ello, es preciso simular la propagación de la marea a lo largo del mismo, proyectándose entonces la actuación necesaria a partir de sus resultados; esta supondrá, por ejemplo, el enriquecimiento de las cadenas tróficas con la entrada de la ictiofauna.

**Actuación 8:** su objetivo se orienta a permeabilizar y controlar la marisma frente al río Guadalquivir, al brazo de la Torre y al canal de Entremuros. No obstante, inicialmente fue concebida temporalmente para impedir la entrada al Parque Nacional de la contaminación procedente del vertido al río Guadamar; pero, una vez constatada su desaparición, se suprimirán las barreras que impiden las avenidas, incluyendo el seguimiento y tratamiento adecuado de la funcionalidad de la mota de la Montaña del Río, permitiendo la originaria permeabilidad de la marisma con respecto al río Guadamar contemplada en la Actuación 6.

### Modelo hidrodinámico de la marisma y su aplicación al caso de la Montaña del Río.



**Figura 4.** Red hidrográfica recuperada de la marisma; pueden observarse en el esquema las actuaciones del Proyecto Doñana 2005, que han permitido la ampliación del Parque Nacional de Doñana con la finca de Caracoles, así como la restitución de cauces y eliminación de algunas barreras hidráulicas.

1. Río Guadalquivir; 2. Brazo de la Torre; 3. Caño Travieso; 4. Caño Guadamar; 5. Madre de las Marismas; 6. Arroyo de la Rocina; 7. Arroyo del Partido; 8. Arroyo Cañada Mayor; 9. Arroyo de la Cigüeña; 10. Río Guadamar; 11. Arroyo de Majaberraque; 12. Brazo del Este.

— Muros de canalización.

— Límite del Parque Nacional de Doñana desde 2004.

Llevar a cabo esta Actuación supone reabrir previamente el debate sobre la conveniencia de eliminar esta barrera con el estuario o, en caso contrario, sobre el grado de permeabilización fluvial y mareal que debe tener la marisma de Doñana; la decisión ha de ser tomada, según la nueva visión de la regeneración hídrica que propone el Proyecto Doñana 2005, con la máxima información y cautela.

La “Montaña del Río” fue levantada, hace casi tres décadas por decisión del Patronato de Doñana, como defensa de Doñana ante la alegada destrucción de los levés naturales que originalmente marcaban la frontera con el río Guadalquivir y con el brazo de la Torre, a causa del oleaje del tráfico marítimo, y que podría afectar gravemente a la marisma; con el tiempo, esta acción antrópica ha sido evaluada con mayor o menor acierto según las variables utilizadas. Por ello, para que la nueva toma de decisiones se realice meditadamente con una sólida base científica, se hace necesario modelizar el funcionamiento hídrico del Parque Nacional.

Así pues, se ha elaborado un “Modelo numérico de la hidrodinámica de la marisma”, para el que han sido necesarias investigaciones específicas; este permite simular la distribución y el flujo de las aportaciones de los cauces vertientes al Parque Nacional, así como la evolución temporal de los niveles de agua en la marisma, que está condicionada por la forma en que se realizan los desagües, tanto naturales como los controlados. El modelo utilizado combina esquematizaciones en una dimensión, más apropiadas para modelizar los flujos a través de canales, caños y otras estructuras hidráulicas, y en dos dimensiones para los flujos superficiales, incluyendo los efectos de obstrucción de los diques y desniveles naturales.

La calibración del Modelo (referida al año 1999-2000), que garantiza su coherencia y validez, puso de relieve algunos desajustes, debidos a errores en algunas series de datos, lo que pone de manifiesto la importancia de los protocolos y de la rigurosidad en la toma de datos. No obstante las validaciones de algunos años se adecuaron bien, se ha optado por un modelo adaptativo, sujeto a afinarse por aproximaciones sucesivas.

Una vez calibrado el Modelo, se acometió la simulación de los distintos escenarios, seis en total incluyendo la Situación de Referencia, correspondientes a las actuaciones de restauración de la marisma contenidas en el Proyecto Doñana 2005. Como resultado, uno de los aspectos que más ha llamado la atención es, por ejemplo, que los actuales niveles de la Montaña del Río y su prolongación son demasiado elevados para un buen funcionamiento hidráulico de la marisma, según la situación natural previa a las grandes transformaciones realizadas.

Los resultados muestran que con la altura de la Montaña y la reducida capacidad de desagüe de las estructuras existentes, en caso de avenida se superan los niveles de inundación máximos deseables; por lo tanto, se hace necesaria su permeabilización, desde el brazo de La Torre hasta el caño de Brenes, que constituye el gran desagüe natural tradicional de la marisma de Doñana; esta actuación implica la eliminación del canal de Aguas Mínimas, de forma que no actúe como drenaje de la marisma. Para el resto de la mota, hacia el Sur, se propugna su permeabilización y no la supresión, básicamente porque su mantenimiento es de gran importancia para permitir la accesibilidad de las actividades de gestión en la zona sur del Parque Nacional.

## 5. El Corredor Verde del Guadiamar

Tras el vertido de Aznalcóllar, la limpieza de Iodos y la reducción de impactos fueron los objetivos prioritarios, pero no los finales. Desde la Consejería de Medio Ambiente se puso en marcha un plan de acción de gestión integral de la cuenca del río Guadiamar, denominado Estrategia del Corredor Verde del Guadiamar, que pretende responder no sólo a la catástrofe, sino también a la transformación hídrica producida en Doñana en los dos últimos siglos; además, recupera su función de corredor ecológico entre Sierra Morena (Reserva de la Biosfera) y Doñana, promoviendo la reactivación económica de la cuenca que permita mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En definitiva, se ha diseñado como un “proyecto demostración” aplicable al ámbito mediterráneo, proponiendo un modelo de gestión basado en el conocimiento científico interdisciplinar, la educación ambiental, la formación y el desarrollo sostenible.

Este banco de pruebas ha puesto en práctica las estrategias más avanzadas sobre gestión global e integrada de sistemas ecológico-económicos, mediante la creación del Programa de Investigación del Corredor Verde del Guadiamar (PICOVER; 1999-2003). Con un presupuesto de casi seis millones de euros, ha supuesto el programa de investigación más importante establecido en nuestro país para abordar un problema ambiental y social de envergadura; cerca de trescientos investigadores de las universidades andaluzas y centros del CSIC han aportado sus conocimientos para desarrollar, con el menor grado posible de incertidumbre y a través de un modelo de “gestión adaptable”, las líneas de actuación que conforman la Estrategia del Corredor Verde. De forma pionera en nuestra Comunidad Autónoma, científicos, técnicos de la administración y entidades conservacionistas han compartido responsabilidades y facilitado la toma de decisiones sobre la gestión de un territorio.

Así pues, las lecciones extraídas de estos años de trabajo, entre investigadores y gestores, deben servir de base para futuros proyectos:

- El conocimiento científico debe estar presente desde el principio en el diseño y desarrollo de las acciones de gestión, y no incorporarlo como seguimiento una vez han sido elaboradas.
- Es necesario abordar los problemas ambientales, dada su complejidad, desde un conocimiento científico interdisciplinar que incluya ciencias de la naturaleza, sociales y tecnológicas.
- La gestión debe establecer un argumento conceptual que hilvane todas las actuaciones que promueva, evitando los catálogos de actuaciones no suficientemente articuladas.
- Es esencial traducir los resultados de la investigación en propuestas concretas de gestión, mediante un lenguaje sencillo y directo.

- Es muy importante coordinar los tiempos de la investigación científica con los del desarrollo de los proyectos técnicos, promovidos habitualmente con urgencia por parte de la gestión.

- Es fundamental disponer de recursos para realizar investigaciones a largo plazo, que permitan reducir las incertidumbres inherentes a la gestión.

Una vez finalizado el PICOVER, la Consejería de Medio Ambiente ha puesto en marcha un nuevo programa de investigación para llevar a cabo el Plan de Seguimiento Ecorregional del Corredor Verde (SECOVER). Este centra sus objetivos en la evaluación del estado socioecológico y las tendencias de cambios que se han originado en el sistema ecológico-económico del Guadiamar, como consecuencia de la fuerte intervención que ha experimentado durante estos años, tanto en sus sistemas naturales como humanos.

## **6. Propuesta de ampliación de la Reserva de la Biosfera de Doñana**

Como consecuencia de las nuevas intervenciones en materia de conservación de los recursos naturales, tanto para la preservación de la biodiversidad como para hacer sostenibles los servicios prestados por los ecosistemas, así como de la nueva realidad socioeconómica de la Comarca de Doñana, la Administración del Espacio Natural ha iniciado el proceso de ampliación de la Reserva de la Biosfera. Teniendo en cuenta, además, que el ámbito declarado inicialmente apenas respondió al propio concepto de Reserva de la Biosfera, existe hoy en día un consenso razonable acerca de la incorporación a la misma de la nueva realidad de lo que hoy conocemos como Doñana.

Así pues, la ampliación supondría la certificación internacional del trabajo estratégico que se está realizando en estos últimos años, consistente de forma genérica en la consolidación de la Comarca de Doñana como una experiencia de Desarrollo Sostenible. La propuesta abarca los catorce términos de los municipios de la Comarca, con los diversos Espacios Naturales Protegidos incluidos en ella.

Los referentes y criterios fundamentales en los que se basa la propuesta de ampliación son tres:

- El Programa MaB, que establece superficies extensas para las nuevas Reservas, con zonas de transición pobladas y con actividad socioeconómica, sin excluir lugares y actividades conflictivas.

- La nueva consideración de Doñana y de su zona de influencia socioeconómica, mediante su ampliación a los 14 municipios del Entorno; permitiría que la Comarca de Doñana contara con una zonificación más acorde con la realidad socioeconómica y ecológica del territorio.

- La existencia de una densa trama de espacios naturales protegidos en esta nueva Comarca, cuya gestión se vería favorecida; por otro lado, proyectos de restauración y conservación ecológica como Doñana 2005 y el Corredor Verde del Guadamar, aplican una visión global, integradora, y sinérgica del territorio.

Proyecto Doñana 2005: Coordinación (Instituto del Agua de Andalucía –Junta de Andalucía), Grupo de Apoyo (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir -Junta de Andalucía-, Organismo Autónomo de Parques Nacionales -Gobierno de España-, Estación Biológica de Doñana/Consejo Superior de Investigaciones Científicas -Gobierno de España-, Espacio Natural Doñana y Consejería de Medio Ambiente -Junta de Andalucía), y Comisión Científica (universidades, EBD/CSIC y UNESCO).

# Indicadores de cambio global en la Reserva de la Biosfera del Montseny, España

MARTÍ BOADA, SÒNIA SÀNCHEZ,  
JOSEP PUJANTELL Y DIEGO VARGA

## 1. La Reserva de la Biosfera del Montseny (RBM)

La Reserva de la Biosfera del Montseny está situada en el NE de la península Ibérica, siendo el macizo más elevado de la cordillera Prelitoral Catalana (Figura 1). Sus picos más altos son el Turó de l'Home (1.707 m), y les Agudes (1.706 m). La gran mayoría de los materiales litológicos del Montseny son de carácter silíceo y puntualmente aparecen materiales calcáreos. El nombre del macizo proviene del latín Mont Signis, montaña de las señales, denominada así por su importancia como referente para la orientación.

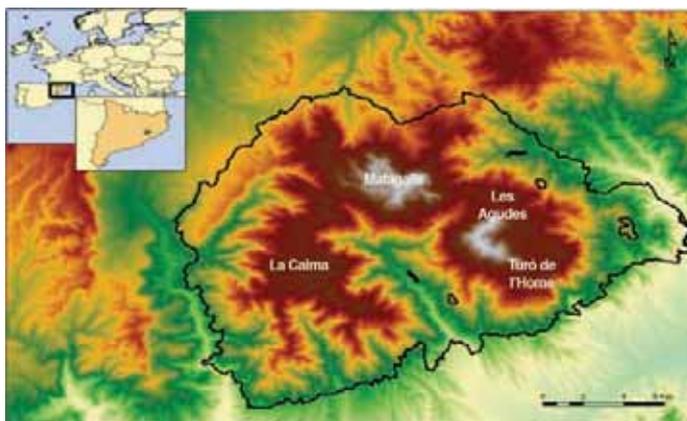


Figura 1. Localización de la RBM - Fuente: Elaboración propia

La protección del macizo arranca históricamente en 1928 con la firma de un Decreto Real y la creación del Patronato de la Montaña del Montseny, reconociendo su valor natural y su importancia como “pulmón verde” próximo al área metropolitana de la ciudad de Barcelona.

Aunque ya desde finales del siglo XIX se venía reclamando esta protección desde ámbitos académicos y naturalistas, no es hasta 1978 que se aprueba el Plan especial de protección del Parque Natural del Montseny. En el mismo año se aprueba la declaración del Montseny como Reserva de la Biosfera, propuesta desde la Diputación de Barcelona. El 1987 se aprueba por el parlamento del gobierno autonómico de Cataluña el decreto de declaración del Parque Natural del Montseny. En el año

diego.varga@uab.cat; sonia.sanchez.mateo@uab.cat;  
josepAntoni.pujantell@uab.cat; marti.boada@uab.cat  
Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA). Universitat Autònoma de  
Barcelona. 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès). Barcelona.

2007 se aprobó inicialmente una modificación del Plan especial, aún pendiente de su aprobación definitiva, con un ámbito de 31.063,90 ha.

Una característica muy destacable de la RBM es la diversidad de paisajes que acoge dentro de sus límites, ya que incluye muestras de las tres regiones biogeográficas configuradoras de los principales biomas de Europa Occidental: la Mediterránea, la Eurosiberiana y la Boreoalpina. Se pueden encontrar encinares y pinares mediterráneos en sus cotas más bajas, así como hayedos centroeuropeos, abetales y landas propias de latitudes del norte de Europa a medida que se asciende altitudinalmente. La particular ubicación geográfica del Montseny representa el límite septentrional y meridional de distintos organismos y sistemas, en el primer caso respecto la corología mediterránea y, en el segundo caso, a la eurosiberiana. Dicha singularidad biogeográfica expresa una alta sensibilidad frente el cambio global.

## 2. Historia socioecológica de la RBM

El Montseny está conformado por un mosaico de paisajes mediterráneos y centroeuropeos que combina valores ecológicos y culturales caracterizados por la diversidad y la cantidad. La actividad humana ha interactuado durante siglos con los procesos naturales para configurar el paisaje actual, siendo éste una expresión de la historia natural y la historia social de la región.

La presencia humana en el macizo se remonta al Neolítico (3000 a.C.) incrementándose durante los períodos ibérico y romano con asentamientos permanentes. Durante la época medieval se inicia el período más intenso de ocupación del macizo, particularmente en las zonas medias y altas. Paralelo al incremento poblacional se producirá un incremento de la demanda de suelo agrícola y de pastos; para ello se realizarán desmontes de bosque. Desde el inicio del proceso de feudalización hasta la revolución industrial la actividad primaria desarrollada en el macizo se basará en un sistema económico de subsistencia, propio de áreas de montaña, que combina básicamente las actividades forestal, agrícola y ganadera. La actividad ganadera, de carácter extensivo, incluye básicamente ganado lanar trashumante, y tiene un peso relativamente importante en el Montseny. Pero la actividad predominante en la zona es la forestal, para la obtención de dendrocombustibles en forma de leña y carbón vegetal, o bien madera para la construcción de casas o embarcaciones, entre otros usos. En general este predominio de las actividades forestales explica el sistema de propiedad tradicional en la zona, organizadas entorno al mas y con grandes propiedades, debido a la necesidad de disponer una gran superficie para hacer efectiva la explotación forestal.

Este sistema de subsistencia permanece con pocos cambios hasta finales del siglo XIX. A partir de entonces, pero especialmente desde mediados del siglo XX, se han producido importantes cambios a nivel demográfico y social que han desencadenado un cambio en la economía local, que ha sufrido un proceso de terciarización de los sectores primarios. La pérdida de la rentabilidad de los trabajos que históricamente se han desarrollado en zonas de campo y de montaña (cultivos agrícolas, ganadería extensiva, silvicultura o aprovechamientos forestales) unido al mayor crecimiento industrial y económico de las zonas de llano y las zonas urbanas, ha causado un

despoblamiento y un envejecimiento progresivo de las zonas de montaña como el Montseny. Esta dinámica solo se ha frenado tímidamente en los últimos años, gracias a un incipiente desarrollo turístico.

En general se observa la conversión de una montaña de carácter agrario con dominio de pastos, cultivos y explotación silvícola, hacia una montaña de ocio con numerosos servicios de restauración, alojamiento y segundas residencias. Esta situación conlleva el cambio en los servicios ambientales prestados, donde los servicios de provisión de productos y recursos naturales han perdido su papel predominante en favor de servicios culturales y recreativos.

### 3. El cambio global

A lo largo de la historia la influencia humana sobre los ecosistemas y los recursos naturales se traducen en una serie de cambios en la biosfera a todas las escalas, con manifestaciones e intensidades diferentes. Sin embargo, ha sido en las últimas décadas cuando se han concentrado los cambios más importantes y sin precedentes, caracterizados por el alcance y rapidez en que se han producido. El cambio global comprende diversos factores, siendo los más importantes el cambio climático, los usos y cambio de cubiertas del suelo y los procesos de bioinvasión.

Actualmente la ciencia del cambio global constituye un referente en el estudio de las interacciones constantes entre las fuerzas inductoras de carácter biofísico y las fuerzas inductoras de carácter socioeconómico. Se puede afirmar que las transformaciones ambientales son simultáneamente transformaciones sociales y viceversa (Harvey, 1996). El nuevo concepto de resiliencia considera que el cese de las presiones sobre los ecosistemas tiene repercusiones no solo a escala biológica, sino también a escala cultural, ya que se produce el cambio desde la apropiación de recursos a la creación de espacios protegidos.

Así, el cambio global es un proceso multidimensional y por tanto se puede estudiar desde diferentes perspectivas que dan lugar a diferentes interpretaciones y valoraciones, pero para una comprensión más profunda del proceso se hace necesario un marco de análisis que integre los diferentes conocimientos y por tanto que trabaje desde la interdisciplinariedad.

En este sentido, el Programa Internacional en las Dimensiones Humanas (IHDP) y el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP) impulsó el proyecto Land Use and Land Cover Change (LUCC) en 1993, que propuso un enfoque integrador de la dimensión humana con la biofísica, representando los proyectos de investigación más destacables en cuanto al análisis del cambio global. Bajo el mismo contexto institucional, en el año 2005 el LUCC cedió su relevo al Global Land Project (GLP), con la misión de dar continuidad al LUCC estudiando los cambios entre los sistemas humano y biofísico desde la escala local a la regional.

Desde este programa se aporta una visión integradora de las ciencias experimentales y las ciencias sociales a través de un análisis basado en un contexto tanto geográfico como histórico. Por tanto, el análisis de este cambio tiene que tener presente la cuestión de la escala, pero también requiere una dimensión histórica, tanto en su vertiente humana como natural (Turner et al., 1995).

El Montseny, por su especial sensibilidad frente al cambio global, constituye un área de investigación preferente de diferentes autores que han desarrollado estudios avanzados sobre este proceso en vectores muy diversos: desde el campo de la ecofisiología, a los efectos de la ganadería en los ecosistemas de montaña o el monitoreo de lepidópteros diurnos, entre muchos otros. A continuación, se aborda a modo de síntesis, los principales y más recientes trabajos de investigación llevados a cabo en la RBM y con relación al cambio global.

### **3.1 Evolución de los paisajes mediterráneos**

El paisaje representa una herencia rica en valores naturales y culturales, a menudo está amenazado por las fuerzas de cambio, que lo presionan. El paisaje es cambiante en tanto que es la expresión de las dinámicas e interacciones entre las fuerzas naturales y culturales del territorio. El paisaje tradicional es el resultado de reorganizaciones consecutivas del territorio para adaptarse mejor a sus nuevos usos, a los cambios de la demanda social y a la nueva estructura espacial. En el caso de la RSM el paisaje no únicamente destaca por su elevado grado de biodiversidad, sino también por un destacado patrimonio histórico y artístico. Modernamente, en el contexto de la actual crisis ambiental, entendida como crisis civilizatoria, los valores culturales de los paisajes han adquirido el reconocimiento social de su función lúdica, evasiva, educativa, científica y de control de los incendios. Son muchos los autores que consideran que el fuego forma parte del metabolismo global de los ecosistemas forestales mediterráneos, coincidiendo en que una gestión correcta y sostenible reduce su combustibilidad.

Esta multifuncionalidad de los paisajes ha estado relacionada con las economías autosuficientes de los paisajes agrarios mediterráneos, especialmente en las áreas de montaña. La utilización de prácticas tradicionales de baja intensidad, como consecuencia de esta economía familiar y rural ha dado lugar a una gran proporción de hábitats y paisajes valiosos.

No obstante, a principios del siglo XX, la relación agricultura y naturaleza se vio transformada debido a la intensificación de los sistemas de producción y abandono de las zonas rurales. Este abandono de la actividad tradicional ha desencadenado transformaciones problemáticas sobre el paisaje, como el progresivo incremento del bosque y los matorrales en detrimento de la superficie agrícola.

Las dinámicas paisajísticas y sus posibles efectos sobre el territorio constituyen un importante campo de investigación en las últimas décadas. El conocimiento y el estudio espacial y temporal de los patrones paisajísticos permiten identificar estas dinámicas igual que las consecuencias ambientales ligadas a la aparición de procesos de erosión, infiltración y escorrentía, cambio en el comportamiento de los procesos hidrológicos y geomorfológicos, aumento del riesgo de incendios y la pérdida de biodiversidad y patrimonio cultural. Los resultados de la aplicación de métodos cuantitativos se agrupan en los denominados índices de paisaje. Estos índices aportan datos numéricos interesantes sobre la composición y la configuración de los paisajes, la proporción de cada cubierta o uso del suelo, y la superficie y la forma de los elementos de estos. Además, permiten una comparación útil e interesante entre diferentes configuraciones paisajísticas del mismo territorio en momentos temporales diferentes y la definición de escenarios futuros.

### **3.1.1 Cambios en los usos y cubiertas del suelo: implicaciones del cambio socioecológico**

Las cubiertas del suelo (land cover) representan el conjunto de condiciones biofísicas de la superficie terrestre en términos de características del medio edáfico, hídrico y biótico que dan lugar a unidades específicas como por ejemplo, los bosques. Los usos del suelo (land use) implican tanto la manera con la que los humanos intervienen sobre los atributos biofísicos de la superficie terrestre, como los objetivos de esta intervención (Turner et al., 1995). Así, los usos del suelo afectan las cubiertas del suelo y representan sus principales determinantes mediante procesos de transformación y modificación (Lambin et al., 1999). Entre las consecuencias del cambio de usos y cubiertas del suelo se incluye la pérdida de biodiversidad o las alteraciones de los ciclos biogeoquímicos, si bien los efectos pueden ser diversos y heterogéneos en el tiempo y el espacio. Estos cambios constituyen un ejemplo de acumulación de pequeños cambios producidos a escala local en todo el planeta (Fisher, 1998).

Los efectos del cambio de las cubiertas del suelo pueden verse reflejados en la composición de la vegetación y en la estructura de los suelos, cambios que se manifiestan en la superficie terrestre y que, por tanto, se hacen visibles; pero también se reflejan en el funcionamiento y en la estructura física, química y biológica de los suelos. Estos efectos “invisibles” que suelen pasar desapercibidos, en el caso del macizo del Montseny, podrían ayudar a explicar por ejemplo, el descenso de la disponibilidad hídrica en algunas cuencas fluviales, así como un incremento de la carga de combustibilidad de algunos sistemas forestales y su posible impacto atmosférico (Boada y Saurí, 2002).

#### **Un ejemplo de cambio global: el caso del valle de Santa Fe**

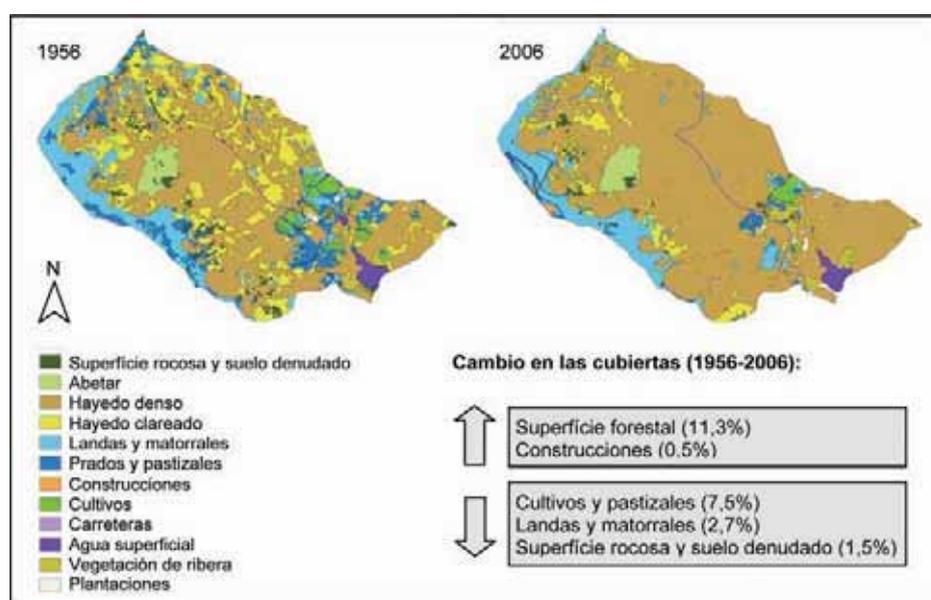
En el valle de Santa Fe, uno de los lugares más emblemáticos de la RBM, se ha producido desde los últimos 50 años (1956-2006) un marcado proceso de terciarización de los sectores productivos que ha desembocado en un cambio de paisaje y de formas de vida mostrando repercusiones en los sistemas ecológicos y socioeconómicos del valle.

El fenómeno del abandono del sector primario se hace patente en el proceso de reducción de las cubiertas del suelo relacionadas con los usos de este sector, en concreto de la reducción de superficie agrícola y de pastos, el incremento de la cubierta forestal por la regresión de las actividades extractivas tradicionales y la desaparición de granjas agroganaderas o bien su reconversión hacia el sector de los servicios.

A nivel metodológico, el análisis cuantitativo del cambio de cubiertas de los últimos 50 años se ha realizado a partir del análisis cartográfico y estadístico partiendo de las fotografías aéreas del vuelo americano de 1956 y los ortofotomapas del Institut Cartogràfic de Catalunya de 2006. A grandes rasgos, la evolución de las cubiertas en este valle muestra una tendencia al incremento de superficie forestal que ocupa antiguos cultivos y zonas abiertas como matorrales, landas o pastizales que, a su vez muestran una reducción en su superficie (Sánchez, 2008).

Los resultados muestran que en 1956 los cultivos ocupaban una mayor superficie

respecto la actualidad; sin embargo, a lo largo del tiempo han sufrido procesos de abandono siendo colonizados por diversas comunidades vegetales o bien han sido sustituidos por plantaciones. El hayedo ocupaba una menor superficie a la vez que mostraba una densidad laxa a causa de los procesos tradicionales de apropiación a los cuales estaba sometido, principalmente para la obtención de madera, leña y carbón. El incremento de la superficie forestal en el período comprendido responde al 11,3%, en detrimento de las zonas abiertas correspondientes a cultivos, pastizales, landas y matorrales, que se han reducido en más del 10%. Desde la perspectiva de las ciencias ambientales, el aumento de la masa forestal, tanto en el sentido horizontal como vertical, ha producido una uniformización del paisaje con el consiguiente descenso de biodiversidad (Figura 2).



**Figura 2.** Evolución de los usos y cubiertas del suelo (1956-2006) en el valle de Santa Fe (RBM)  
Fuente: Elaboración propia

### El cambio en los pastos

Según la Directiva Hábitat 92/43/CEE sobre la conservación de los hábitats naturales y la fauna y la flora silvestre, se incluyen como hábitats seminaturales los creados o mantenidos por la actividad humana, como pueden ser los cultivos o pastos. En muchos casos las características de estos sistemas seminaturales desaparecerían si el trabajo agrícola dejara de existir.

La diversidad biológica ligada a estos ambientes de montaña mediterránea depende en cierto modo de la heterogeneidad espacial creada por las fuerzas naturales y de la acción humana. A menudo esta biodiversidad es superior a la que encontramos en paisajes naturales donde no ha intervenido la acción humana.

En Europa existen 203 tipos de hábitats que se encuentran amenazados, de los cuales 132 están potencialmente influenciados por un proceso de intensificación y

32, por uno de abandono de la actividad humana. En este último grupo 31 hábitats son representados por los pastos y uno por tierras de cultivo (EEA, 2005).

Según estudios realizados en la RSM (Bartolomé et al. 2000 y 2005) se ha observado que la ausencia de gestión efectiva sobre los espacios agrarios facilita que estos sean colonizados por especies arbustivas. Es probable que en un primer estadio la diversidad florística aumente, pero la biodiversidad tiende a bajar a lo largo del proceso de sucesión a causa de la invasión de especies pioneras. Además, durante la sucesión secundaria las especies especialistas desaparecen y dan lugar a otras más competitivas, pero menos valiosas.

El abandono de los pastos extensivos a menudo provoca una pérdida irreversible del conocimiento tradicional estrechamente conectado al patrimonio socioambiental y provoca, en estos casos, el olvido del conocimiento secular acumulado, generador de formas de producción y de apropiación sostenibles “avant la lettre”.

Además, el abandono de estas prácticas tradicionales comporta una serie de impactos como el incremento de los riesgos naturales, pérdida de la productividad de las tierras, pérdida del valor del suelo, pérdida del capital natural y de la calidad ambiental, escasez de los servicios ambientales, pérdida de espacios abiertos que son útiles para potenciar la actividad turística y los deportes de montaña, pérdida de la variedad de productos y razas tradicionales, pérdida de diversidad de ambientes/hábitats, reducción de las formas de vida y del conocimiento tradicional, pérdida permanente del paisaje cultural y disminución de la presencia humana con el consiguiente descuido territorial de la montaña.

La mayoría de estos impactos determinan la pérdida de ingresos potenciales en estas zonas, y otros forman parte de una esfera de valores éticos y morales difícilmente cuantificables. Por otro lado, no siempre es posible determinar si los impactos comentados anteriormente tienen un carácter positivo o negativo en términos absolutos, ya que diversos grupos sociales pueden interpretar los impactos de manera diferente.

### **Las plantaciones de coníferas y los procesos bioinvasores**

Un claro ejemplo de que los cambios socioeconómicos se expresan en los usos y cubiertas del suelo es el caso de gran parte de las plantaciones de coníferas existentes en la RBM. El cambio social, económico y cultural acontecido a partir de la segunda mitad del siglo XX será decisivo en la historia ambiental del macizo, marcada por el proceso de éxodo rural. La crisis del sector primario tradicional conllevó un cambio en las tierras de cultivo que fueron abandonadas o bien, sustituidas por plantaciones de coníferas alóctonas de crecimiento rápido, con una mayor rentabilidad para la explotación de su madera (Figura 3).

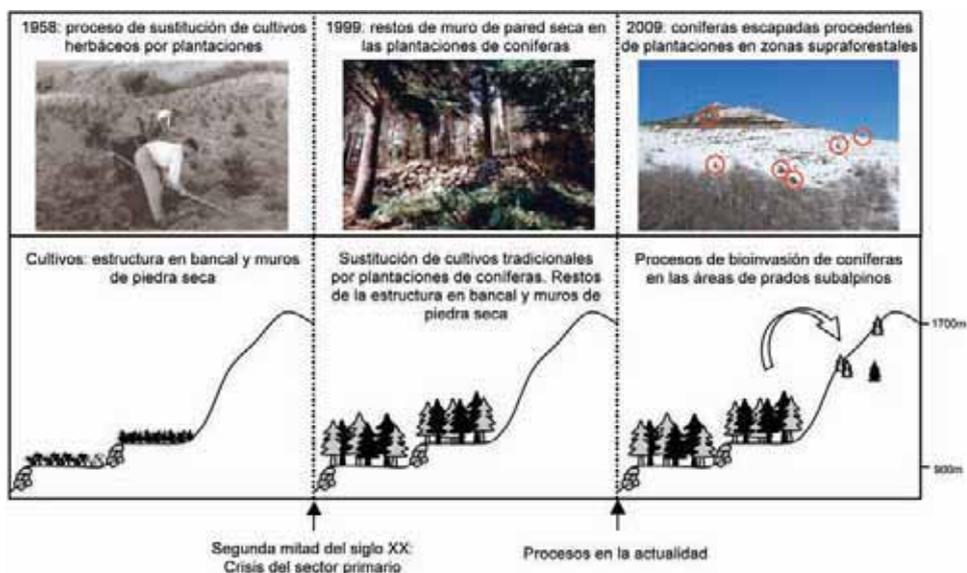
La implantación de coníferas ya contaba con cierta tradición silvícola en el Montseny a partir de la llegada de la filoxera, a finales del siglo XIX, si bien se utilizaron especies autóctonas como el pino carrasco (*Pinus halepensis*), el pino piñonero (*Pinus pinea*) o el pino resinero (*Pinus pinaster*).

Así pues, las especies forestales alóctonas empezarán a ser introducidas a partir de la década de 1950, siendo la más significativa el abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), entre otras muchas coníferas exóticas como el cedro (*Cedrus atlantica*), la

pícea (*Picea abies*) o el pino de Monterey (*Pinus radiata*), esta última más abundante en altitudes inferiores. También fueron introducidas coníferas autóctonas para el país, aunque no presentes en el Montseny, como el pino albar (*Pinus sylvestris*) o el pino negro (*Pinus mugo*).

Cabe mencionar que los criterios de selección de la especie a plantar únicamente se regían en función del precio, la demanda y las existencias en el mercado.

Actualmente, se ha observado una consecuencia muy significativa de este proceso de introducción de coníferas exóticas. Los estudios sobre cambio global en el Montseny llevaron a detectar un nuevo fenómeno consistente en los procesos bioinvasores hacia las zonas supraforestales protagonizados por algunas de las especies introducidas, en especial por el pino albar y el abeto de Douglas (Boada, 2002; Broncano, Vilà y Boada, 2005).



**Figura 3.** Esquematización del proceso de sustitución de cultivos por plantaciones de coníferas y la posterior colonización hacia cotas más elevadas, correspondientes a zonas supraforestales. Se trata de un claro ejemplo de la repercusión de los cambios socioeconómicos en el paisaje y los ecosistemas.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de (Boada, 2002; Broncano, Vilà y Boada, 2005)

### 3.1.2 Mediterrанизación de las cubiertas

Se ha observado un proceso de mediterrанизación de las cubiertas que se manifiesta sobretudo en las zonas ecotónicas. Las franjas de ecotono son zonas de transición con capacidad indicadora ante los cambios de las comunidades vegetales como consecuencia de variaciones socioecológicas. Así, estos procesos son atribuibles al cambio de usos, que se suma al incremento de temperaturas detectado en el área de estudio (Peñuelas y Boada, 2003).

## Teoría de la insularización y el incremento altitudinal del bosque de Haya

A altitudes medianas (800-1200 m) y, especialmente en las vertientes orientadas al sur con una mayor exposición solar, el encinar produce un efecto de insularización sobre el haya. El proceso de insularización ocurre mediante una formación de “penínsulas” a partir del hayedo que constituye el “continente”, y que progresivamente derivan hacia un aislamiento de un grupo reducido de las hayas con mayor carácter ecotónico en “ínsulas” (Figura 4).

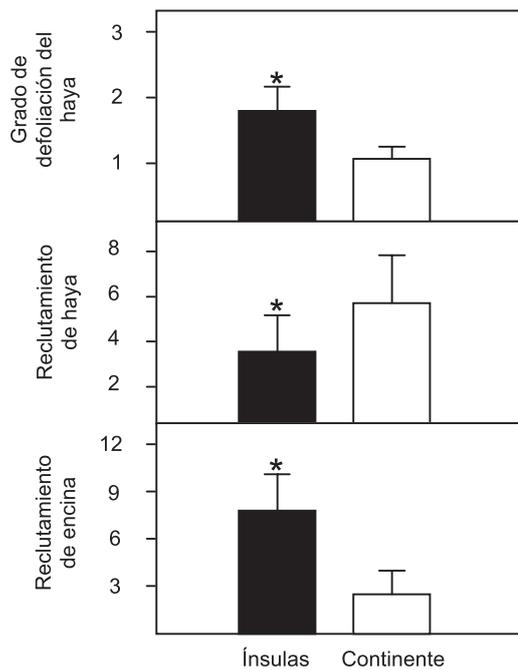


**Figura 4.** Dos ejemplos del proceso de la insularización del haya en el Montseny. Continente (c), península (p) e ínsulas (i)

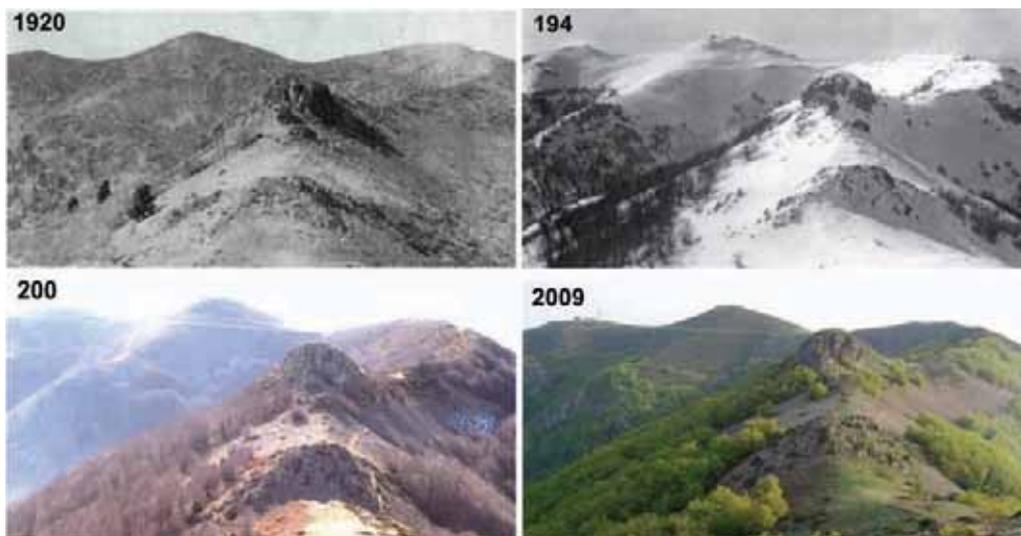
**Fuente:** Peñuelas y Boada, 2003

Estas hayas aisladas muestran una baja regeneración y, finalmente son sustituidas por el encinar. A partir de la comparativa de la cartografía de Llobet de 1945 y el mapa de vegetación del Montseny de 1994 (Departament d’Agricultura de la Generalitat de Catalunya) se ha observado la desaparición de diversos grupos de hayas aislados en bajas altitudes y de igual orientación. Además de esta información cartográfica, se han analizado otros parámetros a partir del análisis experimental con tal de evidenciar los procesos de insularización y posterior sustitución, según la comparativa del reclutamiento y del estado de salud —evaluada según el grado de defoliación (Montoya y López Arias, 1997)— entre un hayedo del “continente” y los grupos aislados. De manera significativa ( $P < 0.05$ ) se ha observado que en las “ínsulas” la encina triplica su grado de reclutamiento, mientras que el haya muestra un reclutamiento menor (40%) y un grado de defoliación superior (30%) respecto al “continente” (Figura 5).

La confluencia del cambio en las condiciones climáticas, concretamente ante un incremento de la temperatura, junto con el cambio de uso de las cubiertas del suelo, ha comportado, a su vez, un incremento altitudinal del hayedo hacia las zonas culminales del macizo (1600-1700 m), ocupando matorrales y prados subalpinos. Se trata de otro caso paradigmático del cambio global que afecta la distribución de las especies vegetales y los biomas (Peñuelas y Boada, 2003). Este proceso se ha observado que ha tenido lugar a lo largo de los últimos 55 años y se ha podido documentar a través de la metodología de la fotografía diacrónica (Figura 6).



**Figura 5.** Análisis comparativo del estado de salud —de 0 (sin defoliación) a 4 (100% de defoliación)— y el reclutamiento —número de individuos jóvenes (con un diámetro basal inferior a 3 cm) por parcela— de haya y encina en las ínsulas y el continente. \*  $P < 0.05$ , ANOVA. **Fuente:** Peñuelas y Boada, 2003



**Figura 6.** Los procesos de cambio global se manifiestan en las zonas culminales del turó de l'Home-Les Agudes, en la RBM, a través del incremento del hayedo hacia altitudes más elevadas **Fuente:** Peñuelas y Boada, 2003

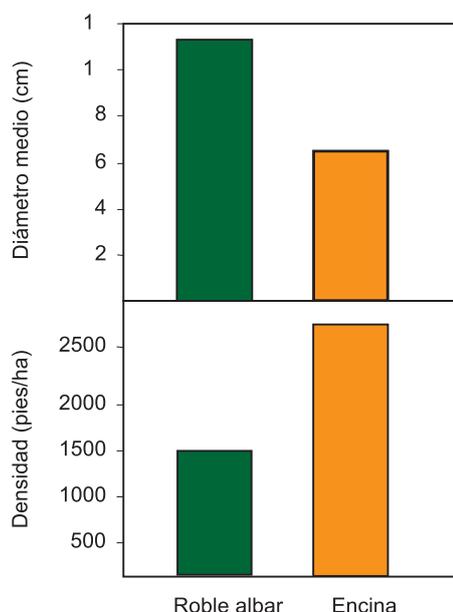
### El bosque atlántico de roble albar

El bosque atlántico de roble albar (*Quercus petraea*) de Ridaura, situado entre 800 y 1000 m, en la zona de transición del encinar al hayedo, constituye un claro ejemplo de las consecuencias del cambio de usos en una zona ecotónica con una elevada sensibilidad (Gómez, Boada y Sánchez, 2008).

A nivel metodológico, se analiza el papel de los factores biofísicos y socioeconómicos en los procesos de cambio de uso y cubiertas del suelo en este robledal. Se ha realizado un análisis diacrónico de las cubiertas de vegetación (1956-2003) que pone de manifiesto un notable aumento de la superficie forestal, así como la reducción y la conversión de la cubierta agropastoral.

Por otro lado se establecieron parcelas de muestreo de 10x10 m<sup>2</sup> en el perfil altitudinal del robledal para efectuar un recuento de plántulas y la medición del perímetro de los individuos adultos y valorar el proceso de regeneración en el robledal, para todas las especies presentes. Los datos demográficos obtenidos en el muestreo han sido analizados mediante herramientas estadísticas.

En los resultados se observa que el roble albar muestra un diámetro medio superior a la encina; sin embargo, esta última especie presenta una mayor densidad y supervivencia de plántulas respecto al roble. Asimismo, se ha observado un cambio en la composición florística del robledal, incrementándose ligeramente la composición de especies de corología mediterránea o de carácter pluriregional (Gómez, Boada y Sánchez, 2008) (Figura 7).



**Figura 7.** Densidad y diámetro medio calculados para el roble albar y la encina en las parcelas de muestreo dispuestas en el área de estudio.

**Fuente:** Gómez, Boada y Sánchez, 2008

### 3.2 La biodiversidad como indicador de cambio global

La conservación de la biodiversidad se ha convertido en uno de los temas prioritarios para muchos investigadores a escala internacional debido a las evidencias constantes de la amenaza que la condición transformadora del ser humano comporta sobre el medio natural y sobre la biodiversidad de nuestro planeta. También cabe remarcar la existencia de un compromiso de conservación por parte de la sociedad que ha estado marcado por la aprobación del Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992). Evitar el deterioro a medio y corto plazo se ha convertido en una pieza clave para el desarrollo de nuevas políticas que tienen el territorio como marco de referencia.

### **3.2.1 Plan de seguimiento y control de parámetros ecológicos y socioculturales del Parque Natural del Montseny**

Con la finalidad de conocer de forma continua el estado del medio socioecológico del macizo, se creó en 1991 el Plan de seguimiento y control de parámetros ecológicos y socioculturales del Parque Natural del Montseny. Se plantea como un instrumento fundamental para poder detectar cambios y diagnosticar sus tendencias y efectos futuros, aspecto clave en la gestión de la reserva. Existen cuatro grandes líneas de seguimiento:

- Seguimiento de variables fisicoquímicas: meteorología, hidrología, contaminación atmosférica.
- Seguimiento de parámetros biológicos, vegetación: comunidades vegetales, especies singulares, protegidas o aisladas.
- Seguimiento de parámetros biológicos, fauna: grupos faunísticos; especies singulares, protegidas o aisladas; especies cinegéticas, datos fenológicos.
- Procesos e interacciones: expansión de especies alóctonas, electrocución de aves en líneas eléctricas.

El plan de seguimiento tiene un potencial importante para contribuir a la monitorización de manifestaciones locales de fenómenos de cambio global. Como se ha dicho antes, existen distintas especies (tanto vegetales como animales) en el límite de su distribución geográfica, altamente sensibles a cambios de tipo climático (Campeny et al., 2004). Entre las más importantes, podríamos citar la rana bermeja (*Rana temporaria*), estudiada dentro del subprograma de monitoreo de anfibios y réptiles, o el tritón del Montseny (*Calotriton arnoldi*), especie endémica que incluso cuenta con un proyecto propio de investigación y seguimiento. Desde 1994 existe un plan de monitorización de los ropalóceros, cuya importancia para el estudio de los fenómenos de cambio global se explica detalladamente en otro apartado de este capítulo.

### **3.2.2 El Observatorio de la cuenca del río Tordera: un ejemplo interdisciplinario en los entornos de la RBM**

El proyecto de L'Observatori de la Tordera tiene sus orígenes en el año 1995 y nace de una iniciativa impulsada por el gobierno autonómico, la administración local y la Universidad Autónoma de Barcelona para definir y realizar el seguimiento de indicadores del estado de los ecosistemas y del nivel de sostenibilidad de la cuenca (Boada, 2008).

La investigación en la actualidad se centra en la recogida periódica de información sobre diferentes aspectos florísticos, faunísticos y hidrológicos para conocer el patrimonio natural del río Tordera, poder identificar las tendencias y la dinámica de los ecosistemas fluviales y evaluar sistemáticamente el estado de conservación. La singularidad del Observatorio se debe a la interdisciplinariedad de sus líneas de investigación sobre las cuales se hacen seguimientos específicos con la participación de una gran diversidad de actores y entidades, pero también por su función dinamizadora y comunicadora de las problemáticas asociadas a los recursos hídricos dentro de la región.

El grupo de trabajo ha seguido de muy cerca el desarrollo metodológico que de

forma coherente a la implementación de la Directiva Marco del Agua, la Agencia Catalana del Agua (entidad con competencias de planificación, gestión y seguimiento de masas de agua a Cataluña) ha ido desarrollando durante los últimos años. A partir del trabajo iniciado a partir del 1995 la cuenca del río Tordera se convierte en cuenca piloto para testar los diferentes protocolos que la Agencia Catalana del Agua dispone como parte del Plan de Seguimiento y Control.

Los resultados de esta investigación aportan un conjunto de indicadores de calidad que, mediante un sistema integrado de seguimiento del estado socioecológico, permite disponer de valoraciones estrictas acerca de las tendencias y las manifestaciones del denominado cambio global (Boada, 2008) (Figura 8).

	Líneas de investigación	Índices e indicadores
<b>Seguimiento biológico</b>	Macroinvertebrados	BMWPC, FBILL
	Diatomeas	IPS
	Ictiofauna	IBICAT
	Anfibios	IQA
	Avifauna	IQA
	Vegetación de ribera	QBR
<b>Seguimiento físico-químico</b>	Físico-químicos	pH, conductividad, temperatura, entre otras analíticas
<b>Seguimiento social</b>	Social	Percepción y participación

**Figura 8.** Líneas de seguimiento, índices e indicadores objeto de monitoreo en el Observatorio del río Tordera

**Fuente:** Elaboración propia

- Macroinvertebrados: se utilizan dos índices el BMWPC que se basa en dar una puntuación a cada taxón o familia de macroinvertebrados en función del grado de tolerancia a las alteraciones del medio de todas las especies del grupo, la puntuación va de 1 a 10. El valor más elevado corresponde a aquellas familias en que todas las especies son muy sensibles a las perturbaciones mientras que el valor más bajo le corresponde a aquellas especies tolerantes. Por otro lado se utiliza el FBILL que da un valor de calidad de las aguas según las familias que se encuentran combinado con la diversidad de la comunidad.

- Diatomeas: se ha utilizado el índice IPS que se basa en la puntuación que tiene cada taxón a nivel de especie respecto a diferentes categorías de calidad del agua (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitrógeno total, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y cloruros). El rango de los valores en que el índice expresa los resultados va de 0 a 20, siendo 0 la peor calidad y 20 la puntuación que expresa la mejor calidad.

- Ictiofauna: se utiliza el índice IBICAT (ver bibliografía in Boada, Mayo y Maneja, 2008).

- Anfibios: se han diseñado dos metodologías para la recogida de datos, el censo de cantos y el muestreo exhaustivo. En esta línea los datos se obtienen a partir del cálculo del índice IQA (Índice Quilométrico de Abundancia), frecuencia de abundancias máximas del índice de canto, porcentaje de puntos de escucha con presencia

y riqueza de anfibios en los puntos de alta diversidad.

- Avifauna: se utiliza el índice quilométrico de abundancia (IQA) para cada especie detectada. El IQA se define por el número de individuos de una especie / kilómetros del transecto censado. Las especies presentes se han clasificado en cinco grupos: estrictamente fluviales, relacionadas con el bosque de ribera, forestales, antropófilas y de espacios abiertos. Se ha elaborado un índice de abundancia (IA) que se obtiene sumando el IQA de todas las especies que se encuentran en un mismo grupo.

- Vegetación de ribera: realiza dos tipos de investigación, por un lado el cálculo del índice QBR que permite determinar el nivel de calidad del bosque de ribera partiendo del análisis de cuatro parámetros: el grado de cobertura de la zona de ribera, la estructura de la cobertura, la calidad de la cobertura y el grado e naturalidad del canal fluvial. El estado del bosque de ribera se clasifica en función de cinco rangos que comprenden los valores de 0 (calidad mala) a 100 (calidad muy buena). Por otro lado también se realizan muestreos florísticos exhaustivos y seguimiento de especies invasoras.

- Físico-químicos: realiza in-situ un conjunto de medidas relacionadas con el pH, conductividad y temperatura. Posteriormente se llevan a cabo las analíticas para detectar metales pesados, inorgánicos, entre otros.

- Sistema de Información Geográfica (SIOT): ha actualizado la base de datos desde el 1996 hasta el 2009. El SIOT es la herramienta clave para poder establecer flujos de datos entre investigadores y posibilitar la integración de datos para describir los efectos del cambio global en los sistemas fluviales.

- Programa de Educación Ambiental, Formación y Comunicación (PROECA): creado en el año 2004, pretende promover el aprendizaje a partir de las experiencias y conocimientos de los agentes de la cuenca y particularmente difundir los resultados obtenidos fruto de la evaluación ambiental integrada (Figura 9).



**Figura 9.** Programa de Educación Ambiental, Formación y Comunicación (PROECA) del Observatorio del río Tordera

**Fuente:** Roser Maneja, 2009

Todas las líneas de investigación durante los primeros años de monitoreo 1998-2001 confirman que el río se encontraba muy alterado aunque no de manera uniforme. También se observó hasta que punto las condiciones hidrológicas anuales podían modificar la dinámica de los ecosistemas fluviales. El año 2001 representa un punto de inflexión en la evolución de la calidad del medio fluvial con la puesta en funcionamiento de las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales y por los valores de precipitación acumulados que se encontraban por encima de la mediana. No obstante el estado del río (exceptuando las cabeceras) continúa siendo poco satisfactorio y los últimos años, secos y calurosos, han contribuido a detectar la debilidad del sistema ya que el régimen de caudales y la capacidad de carga de los acuíferos dependen en cierto grado de las actividades humanas. Los indicadores fisicoquímicos se encuentran entre las categorías mediocre y aceptable, el índice IPS de diatomeas con fluctuaciones localizadas en el tramo medio no se observa una tendencia clara a la mejora. El índice IBICAT de peces es bajo debido a la presencia y distribución cada vez más amplia de peces alóctonos. Las aves de carácter antrófilo son cada vez más frecuentes en detrimento de las estrictamente fluviales que sufren regresiones y oscilaciones importantes. La calidad de la vegetación de ribera es insatisfactoria en la mayor parte de la cuenca y finalmente, el indicador más optimista sobre la calidad biológica es el de la comunidad de macroinvertebrados, que año tras año desde el 2001 ha mostrado una tendencia hacia la mejora.

### **3.2.3 Seguimiento de mariposas diurnas**

El estudio de los cambios en la fenología animal parece uno de los indicadores más claros de los procesos de cambio global, concretamente del actual aumento de las temperaturas. En este sentido, el grupo de los ropalóceros destaca como uno de los más populares, porque son animales ectotérmicos, es decir, que adaptan su temperatura y su metabolismo al del medio (lo que popularmente se conoce como animales de sangre fría), de forma que su ciclo de vida está altamente influenciado por este factor ambiental. Además, han sido objeto de estudio y monitoreo en varios países durante décadas (Stefanescu et al., 2003).

La metodología del Butterfly Monitoring Scheme (BMS) aplicada en la RBM ha sido introducida exitosamente por Constantí Stefanescu y se utiliza como modelo estandarizado para la recogida de datos sobre ropalóceros (Stefanescu et al., 2003), ha mostrado la elevada significación de este modelo para la detección en sus estados más incipientes de algunas manifestaciones de cambio global. El BMS permite recoger datos de forma estandarizada, utilizando transectos fijos para cuantificar el número de individuos de cada especie durante un período determinado de semanas cada año.

Con este modelo se muestran evidencias significativas de cambios fenológicos en ropalóceros, como consecuencia del calentamiento climático en el NE de Cataluña. Entre el año 1988 y el 2002 se observó una tendencia al adelanto en las fechas de la primera aparición para las 17 especies monitorizadas, así como avances significativos en el periodo medio de vuelo en 8 de 19 especies. Estos cambios fueron acompañados por un incremento de 1-1,5°C en las temperaturas medias de los meses de febrero, marzo y junio. El análisis estadístico indicó el fuerte efecto negativo de la temperatura primaveral sobre los parámetros fenológicos ya que, por ejemplo, un

incremento en la temperatura tiende a causar adelantos en la fenología. De todas formas, los resultados parecen indicar también una cierta variabilidad según el grupo taxonómico estudiado. La conclusión más importante del estudio es la demostración que los cambios causados por un proceso de incremento de las temperaturas no están limitados a latitudes septentrionales, sino que tienen lugar también en la cuenca mediterránea (Stefanescu et al., 2003).

Utilizando la misma metodología, otro estudio sobre los ropalóceros en el ámbito de todo Cataluña indica que la riqueza de especies está principalmente correlacionada con factores climáticos y topográficos, y que esta disminuye a medida que aumenta la temperatura. De acuerdo con las actuales previsiones de cambio climático, estos resultados indican que en los próximos años se producirá una pérdida de diversidad en el área. Esto supone una seria amenaza para una de las áreas con mayor biodiversidad de toda Europa, especialmente en el caso de los ropalóceros (Stefanescu, Herrando y Páramo, 2004).

Finalmente, otro estudio realizado a nivel europeo (Parmesan, Stefanescu et al., 1998) indica que durante el siglo XX la distribución del 63% de las especies monitorizadas se había desplazado hacia el norte entre 35 y 240 km, coincidiendo con las isoterms. Por ejemplo, la especie *Heodes tityrus* ha desaparecido del Montseny, mientras que se ha hecho abundante en Estonia en el límite norte de su distribución.

### 3.3 Efectos del cambio climático en la fenología

Las series continuas de registros de parámetros físicos y meteorológicos aportan una evidencia muy clara del cambio climático. A partir de los datos aportados por el observatorio meteorológico del Montseny, situado a 1712 m, se ha observado un incremento de 1,2 a 1,4°C de temperatura en los últimos 50 años (Peñuelas y Boada, 2003).

Paralelamente se han documentado cambios en los registros fenológicos en zonas basales de la montaña. Estos registros consisten en realizar el seguimiento a lo largo de un transecto de manera periódica y seriada en el tiempo, y anotar anualmente los datos relativos al ciclo vital de una especie indicadora, que se encuentran vinculados a los fenómenos climatológicos (Figura 10).

A partir de estos registros se ha observado un avance de 20 días en la salida de las hojas de los árboles respecto hace 50 años. Este mismo estudio también revela que las plantas florecen y fructifican aproximadamente 10 días antes que hace 30 años (Peñuelas y Comas, 2005).

Registros fenológicos: uso de organismos indicadores	Principales parámetros a determinar
Especies vegetales: selección de 10-15 árboles y arbustos indicadores	Primera floración Primera aparición de los brotes Primera fructificación
Especies animales	Primera observación de la llegada de aves migratorias (Ej. Hirundínidos y Apódidos) Manifestaciones sonoras claras (Ej. cuco)

**Figura 10.** La tabla muestra algunos de los parámetros indicadores más importantes en relación a la fenología de los organismos

**Fuente:** Peñuelas y Boada, 2003

La metodología consistente en efectuar encuestas y entrevistar a los habitantes con conocimiento empírico popular, proporcionan una fuente oral para el análisis de la historia ambiental.

En el caso de la RBM, se ha recogido el testimonio de habitantes del valle de Santa Fe (1.100 m) que han proporcionado información sobre cambios en las formas de producción agrícola. Se han observado cambios fenológicos en las variedades agrícolas en los últimos 10-12 años. En este sentido, se documentó que la cosecha de algunas leguminosas actualmente se ha avanzado un mes respecto los años 1990, y la siembra de tubérculos se ha avanzado de finales de mayo a finales de abril. Otra constatación es el cambio en las formas de producción agrícola, así se han podido introducir frutas y hortalizas propios de otros biomas más cálidos.

## 4. Conclusiones

Los procesos no se rigen por un solo factor sino que son el resultado de la interacción compleja entre diferentes factores tanto biofísicos como socioeconómicos. Por lo tanto, en el estudio de los procesos que intervienen en el cambio global se observa un patrón de relaciones continuas y cambiantes entre las fuerzas inductoras de carácter biofísico y las de carácter social. Ambas fuerzas requieren de una atención similar para avanzar en la línea de una mayor sostenibilidad. El conocimiento de los procesos complejos del cambio global deben permitir anticipar sus efectos para mitigarlos o establecer estrategias de adaptación eficaces.

La multifuncionalidad de las actividades agrosilvopastorales favorece la potenciación de actividades que pueden contribuir a la cohesión y viabilidad de las zonas rurales y de puesta en valor de los servicios ambientales que ofrece la RBM. La existencia de mosaicos configurados por la actividad agropecuaria y forestal contribuye a la conservación de la diversidad natural y cultural y atenua el riesgo de incendios, manteniendo los servicios ambientales que presta la RBM. La fijación de población en el territorio constituye un requisito indispensable para mantener la calidad paisajística y ambiental.

El turismo debe contribuir al desarrollo local por su capacidad de reactivar la economía local aprovechando los recursos endógenos de la zona y al mismo tiempo, de contribuir a dinamizar la sociedad local. Otras iniciativas, como la custodia del territorio, fomentan la iniciativas voluntarias de conservación de la naturaleza, el paisaje y el patrimonio cultural en fincas privadas y municipales. Otra vía destacable es la producción de productos locales con denominación de origen de la RBM como contribución al desarrollo local y el mantenimiento de la calidad paisajística.

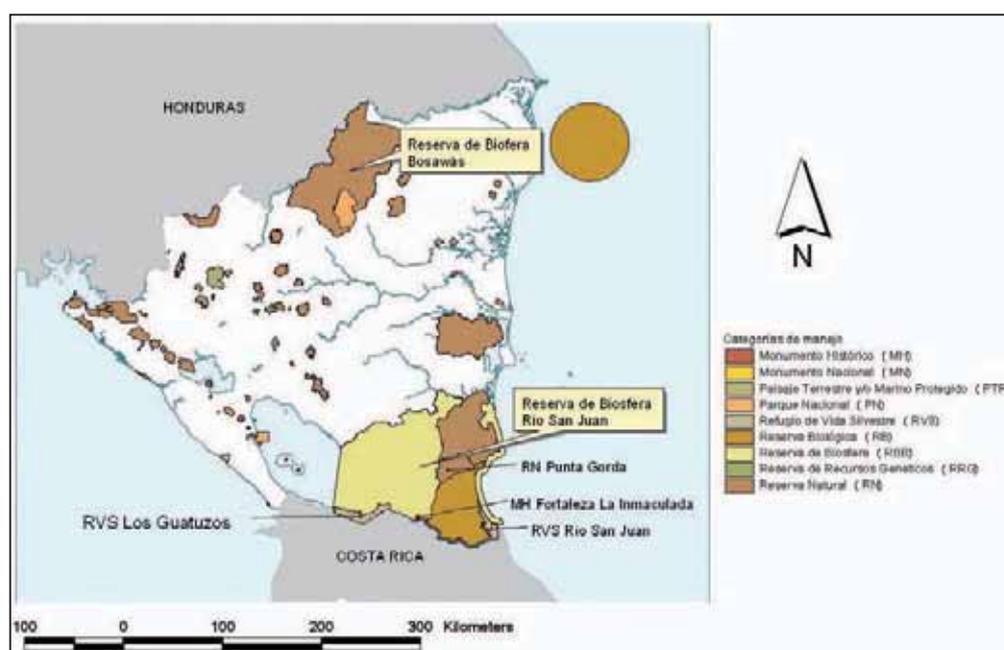
Se considera clave, la propuesta de metodologías comunes de evaluación de las manifestaciones del cambio global en las reservas de la biosfera, impulsando el desarrollo de indicadores comunes a nivel global para la realización de planes de diagnóstico, acción y manejo.

## 5. Bibliografía

- Bartolomé, J.; Franch, J.; Plaixats, J.; Seligman, N.G. (2000): Grazing alone is not enough to maintain landscape diversity in the Montseny Biosphere Reserve, en *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 77:267-273.
- Bartolomé, J.; Plaixats, J.; Fanlo, R.; Boada, M. (2005): Conservation of isolated Atlantic heathlands in the Mediterranean region: effects of land use changes in the Montseny biosphere reserve (Spain), en *Biological Conservation*, 122:81-88.
- Boada, M.; Ullastres, H. (1998): *El massís del Montseny. Guia per a visitar-lo*. Figueres: Editorial Brau.
- Boada, M. (2001): *Manifestacions del canvi ambiental global al Montseny*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis Doctoral.
- Boada, M.; Saurí, D. (2002): *El canvi global*. Barcelona: Editorial Rubes.
- Boada, M. (2002): *El Montseny. Cinquanta anys d'evolució dels paisatges*. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat.
- Boada, M.; Mayo, S.; Maneja, R. (2008): *Els Sistemes socioecològics de la conca de la Tordera*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural.
- Broncano, M.J.; Vilà, M.; Boada, M. (2005): Evidence of *Pseudotsuga menziesii* naturalization in montane Mediterranean forests, en *Forest Ecology and Management*, 211:257-263.
- Campeny, R.; et al. (2004): *Avaluació de l'estat de desenvolupament del Pla de seguiment i control de paràmetres ecològics i socioculturals del Parc Natural del Montseny i proposta de paràmetres a prioritzar o incloure*. Fauna. Sant Celoni: Minuartia estudis ambientals. Documento inédito.
- Fisher, A.; et al. (1998): "Satellite data for monitoring, understanding and modelling of ecosystem functioning", en *Global change and terrestrial ecosystems*, B. Walker and W. Steffen (eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gómez, F.J.; Boada, M.; Sánchez, S. (2008): Análisis de los procesos de cambio global: el caso del robledal de Ridaura (Parque Natural del Montseny. Barcelona), en *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47:125-141.
- Lambin, E.F.; Baulies, X.; Bockstael, N.; Fischer, G.; Krug, T.; Leemans, R.; Moran, E.F.; Rindfuss, R.R.; Sato, Y.; Skole, D.; Turner II, B.L. i Vogel C.; Nunes, C.; Augé, I. (Eds.) (1999): *Land-Use and Land-Cover Change (LUCC) Implementation Strategy. A core project of the International Geosphere-Biosphere Programme and the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*. Estocolmo-Bonn: IGBP-IHDP.
- Harvey, D. (1996): *Justice, nature and the geography of difference*. Oxford: Blackwell.
- Montoya, R., López Arias, M. (1997) *La Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques (Nivel I). España, 1987-1996*. Madrid: Publicaciones del O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.
- Parmesan, C.; Stefanescu, C.; et al. (1999): Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming, en *Nature*, 399:579-583.
- Peñuelas, J.; Boada, M. (2003): A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain), en *Global Change Biology*, 9:131-140.
- Roser Maneja Zaragoza (en curso): *Tesis Doctoral. Interpretación de las percepciones socioambientales infantiles y adolescente. Propuestas de implementación*. Universidad Autónoma de Barcelona. Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales.
- Sánchez, S.; Boada, M. (2008): *Anàlisi dels efectes del canvi d'usos i cobertes del sòl sobre els cabals superficials a la vall de Santa Fe (1959-2001)*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Informe inédito.
- Stefanescu, C.; Peñuelas, J.; Filella, I. (2003): Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin, en *Global Change Biology*, 9:1494-1506.
- Stefanescu, C.; Herrando, S.; Páramo, F. (2004): Butterfly species richness in the north-west Mediterranean Basin: the role of natural and human-induced factors, en *Journal of biogeography*, 31:905-915.
- Turner, B.L.; et al. (1995): *Global land use change. A perspective from the Columbian Encounter*. Madrid: CSIC.

# Pago por servicios ambientales como herramienta para fortalecer la gestión de reservas de biosfera, la experiencia de Nicaragua

ANTONIO MIJAIL PÉREZ & ISABEL SIRIA



## Introducción

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua, MARENA (2000), tanto en Nicaragua, como en la Región Centroamericana, se desconoce la viabilidad económica del uso sostenible de la biodiversidad, por falta de estudios que investiguen la diversidad biológica existente y que descubran sus usos potenciales. Sin embargo, se conoce que la región representa un 15% de la biodiversidad mundial, por tanto estos recursos deben recibir una mayor atención, siendo que su aporte al desarrollo de la región es mayor de lo que se había pensado en décadas pasadas.

De acuerdo a este autor (Op. Cit.), se requiere un análisis económico para demostrar que estos recursos tienen un aporte mayor a la economía nacional. En el proceso, se debe generar la conciencia de que estos recursos han sido utilizados de manera

mijail64@gmail.com; isabelsiria@gmail.com  
asociación.gaia@turbonett.com.ni

inapropiada, poniendo en peligro probablemente el mayor potencial que Nicaragua tiene para su desarrollo económico.

No obstante, los resultados alcanzados en estos temas en el vecino país de Costa Rica durante los últimos ocho años, aportan una base sumamente valiosa para la valoración y análisis de los recursos naturales, así como para la propuesta de programas de pago de los servicios brindados por los mismos.

Según Barzev (2001, Com. Pers.) la valoración económica de los bienes y servicios de biodiversidad o los recursos naturales en general, implica la generación de criterios económicos y ambientales para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de los mismos. Es necesario identificar y valorar los bienes y servicios ambientales provenientes de los ecosistemas de Nicaragua para determinar por un lado, sus beneficios actuales y potenciales para la sociedad y por otro lado, los costos ambientales resultantes de los impactos producidos por el uso de estos recursos.

La importancia de descubrir los beneficios y cuantificarlos en términos monetarios radica en el hecho de demostrar que los ecosistemas, con un manejo apropiado, pueden generar suficientes recursos financieros para que sean auto-sostenibles. Mientras tanto, la determinación de los costos ambientales permite identificar los impactos negativos como consecuencia del mal manejo, los que se traducen en costos para toda la sociedad, violando la sostenibilidad de los ecosistemas (entre las cuales también se encuentran las áreas protegidas). A la vez, es importante resaltar que los bienes y servicios ambientales no se encuentran aislados de las actividades económicas humanas. Por un lado, la naturaleza, el medio ambiente o simplemente los ecosistemas, proveen materias primas para los procesos productivos humanos; por otro lado sirven de sumidero para los desechos, producto de estos procesos productivos y reproductivos domésticos. El uso de materias primas (bienes y servicios) genera externalidades positivas (impactos positivos) o beneficios económicos, mientras que la generación de desechos produce externalidades negativas (impactos negativos) o des-economías a las que se les llama “costos ambientales”.

En la realidad, los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) están mucho más inmersos en las actividades económicas de los seres humanos, de lo que se sospecha. Justamente, los distintos BSA contribuyen al desarrollo de actividades productivas en los distintos sectores de la economía nacional: industrial, agrícola y servicios.

Según MARENA (2003), Nicaragua es un país en el cual su desarrollo económico ha estado fundamentado en el aprovechamiento de sus recursos naturales. Esto implica que se está haciendo uso del capital natural con el que nuestro país cuenta, sin hacer ninguna valoración del uso de este capital natural. Entre los principales bienes que aportan a la economía nacional se identificaron: agua como insumo, pesca, madera, plantas medicinales, artesanía, etc. Entre los principales servicios que aportan a la economía nacional se identificaron: captación de agua, regulación de gases, belleza escénica, investigación, etc. sin embargo nunca en las cuentas nacionales se efectúan valoraciones por depreciación del capital natural.

Los pagos por servicios ambientales (PSA) son una clase de instrumentos económicos diseñados para dar incentivos a los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental que beneficia a la sociedad como un todo. En algunos casos, los pagos buscan que los usuarios del suelo adopten prácticas de uso que

garanticen la provisión de un servicio en particular (p.e., plantar árboles con fines de secuestro de carbono) ([http://www.cifor.cgiar.org/pes/\\_ref/sp/sobre/index.htm](http://www.cifor.cgiar.org/pes/_ref/sp/sobre/index.htm)), en otros se trata de producción de agua para uso de la comunidad.

Según MARENA (2007), el concepto de Pago o Compensación por Servicios Ambientales (PSA/CSA) ha recibido mucha atención como herramienta innovadora para financiar inversiones en el manejo sostenible de cuencas hidrográficas. Servicios Ambientales son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y hace explícito que los seres humanos son parte integral de los ecosistemas. Se considera como mecanismo de compensación flexible, directo y promisorio, por medio del cual los proveedores de estos servicios reciben un pago por parte de los usuarios de los mismos. Productores en la parte alta de las cuencas pueden recibir incentivos importantes a través de compensaciones para cuidar la calidad y cantidad de agua que aprovechen los usuarios en la parte baja de las cuencas. La idea fundamental de los sistemas de PSA es crear un mercado para un bien ambiental que habitualmente no tiene una estimación comercial.

### **Estos pagos tienen cinco rasgos distintivos:**

**Primero**, el PSA es un acuerdo voluntario y negociado, no una medida de mando y control. Los proveedores potenciales de servicios deben tener opciones reales de uso de la tierra, entre las cuales el servicio proveído no es el uso preferido.

**Segundo**, se debe definir claramente lo que se está comprando – ya sea un servicio mensurable (p.e., toneladas de carbono secuestrado), o un uso equiparable de la tierra pero limitado a las prácticas susceptibles de ofrecer el servicio (p.e., conservación de los bosques para garantizar la provisión de agua).

**Tercero**, debe darse una transferencia de recursos de al menos un comprador del servicio ambiental (SA)

**Cuarto**, por lo menos un vendedor directamente o a través de un intermediario.

**Finalmente**, los pagos que los compradores hacen deben ser realmente contingentes por un servicio ofrecido de manera ininterrumpida durante la duración del contrato. Este último prerrequisito es importante, ya que establece la condición entre la provisión del servicio y el pago: si no hay provisión, no hay pago.

Idealmente, los pagos deben ser escalonados según la cantidad o calidad del servicio ambiental ofrecido, al menos hasta un máximo convenido.

Los pagos pueden ser en efectivo o en especies (p.e., materiales y capacitación para una empresa económica como la apicultura; esta forma de pago se usó con campesinos de la zona montañosa de Bolivia). Los compradores de SA normalmente monitorean si se está cumpliendo con el trato; por ejemplo, si se ha reducido la caza o la deforestación de la forma en que se estipuló en el contrato. Si así no fuera, los pagos se suspenden o se cancelan definitivamente.

Respecto al tema de PSA en Nicaragua ha habido unas 6-8 experiencias en el nivel de municipio y varios estudios que se están haciendo o han sido desarrollados, pero no han terminado en nada concreto. En el Departamento de Rio San Juan se realizó un estudio interesante y con potencial, financiado por el Proyecto Araucaria del MARENA, pero no se implementó finalmente.

En opinión de los colegas que trabajan el tema, las que funcionan generalmente son experiencias que no necesitaron de un gran estudio para arrancar, más bien de voluntad política local e involucramiento de actores locales y algo de apoyo por parte de algún donante. Pero éstas experiencias no pueden trascender a nivel nacional porque su escala es muy chica y puntual y generalmente enfocada únicamente en el tema de agua superficial, proveniente de un área de recarga muy claro y muy definido.

Según MARENA (2007), en Nicaragua ya existen estudios de valoraciones y experiencia capitalizada, entre estas están las experiencias de las Alcaldías de Achuapa, de San Pedro del Norte (Chinandega) y Río Blanco (Matagalpa), Comunidad “El Regadío”, y Reserva Natural “Tisey-Estanzuela”, Estelí. La experiencia de los Gobiernos locales y Concejos Municipales donde se implementan PSA, han creado mecanismos e instrumentos legales (ordenanzas), en que a través de proyectos se involucran a los productores y dueños de tierras de las microcuencas priorizadas para el abastecimiento de agua para consumo humano.



Trapiche artesanal en la Reserva Natural Cerro Musún, en el Dpto. de Matagalpa, Zona Centro-Norte de Nicaragua.

Aunque de acuerdo a nuestros datos la experiencia más sólida de Nicaragua, y actualmente en curso es la de PSA por agua en el Municipio de Río Blanco, Dpto de Matagalpa, aunque hay otra experiencia interesante relacionada con el pago del IBI en el Municipio de Santa María de Pantasma, de Dpto de Jinotega (Pérez & Siria, 2006)

De acuerdo a GRUN (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional) (2008), el medio ambiente proporciona una serie de bienes (los recursos naturales) y servicios ambientales (fijación de carbono, protección de aguas, protección de biodiversidad y protección de ecosistemas), empleados para la producción de alimentos, la recolección

de productos silvestres, energía y materias primas, y constituye un depósito y factor de reciclaje parcial de residuos producidos por el sistema económico, así como una fuente importante de actividades de ocio, belleza, valores espirituales y otros placeres. En este sentido es fundamental abordar los aspectos medioambientales que afectan a los pobres y a los en extrema pobreza si se quiere continuidad en la reducción de la pobreza y alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

El medio ambiente reviste gran importancia para los pobres y para los en extrema pobreza; en las zonas rurales, estos manifiestan una inquietud especial por las cuestiones relacionadas con la calidad y el acceso a los recursos naturales: el agua y el suelo cultivable, la diversidad pecuaria y de los cultivos, los recursos de la caza y de la pesca, los productos forestales y la biomasa para su utilización como combustible. Mientras que en las zonas urbanas las preocupaciones de los pobres y los en extrema pobreza, se inclinan esencialmente hacia las cuestiones relativas al abastecimiento de agua, la energía, la higiene y la gestión de residuos, el sistema de alcantarillado y la estabilidad del régimen de tenencia de la vivienda.

Los pobres y los en situación de extrema pobreza suelen ser los más afectados por la escasez de agua, por la deforestación, la erosión de los suelos, la pérdida de la biodiversidad, las aguas contaminadas, la contaminación del aire y la exposición a los productos químicos tóxicos y son especialmente vulnerables a los fenómenos naturales (inundaciones, sequías prolongadas, terremotos, huracanes, etc) y a los conflictos relacionados con los mismos.

## Generalidades del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Nicaragua

A los efectos de la Convención de Diversidad Biológica (CDB) (Boe, 1994), por **ÁREA PROTEGIDA** se entiende “un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”.

Según la UICN (1994), un **ÁREA PROTEGIDA** se entiende como “un área de tierra y/o de mar dedicada especialmente a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica, y de recursos naturales y culturales asociados, manejados mediante medios legales u otros que sean efectivos”

De acuerdo con el Reglamento de áreas protegidas de Nicaragua y la ley N° 217, Ley General del Medio Ambiente, son **Áreas Protegidas** “las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora, fauna silvestre y otras formas de vida, así como la biodiversidad y la biosfera, se pretende con ello restaurar y conservar fenómenos geomorfológicos, sitios de importancia histórica, arqueológica, cultural, escénicos o recreativos”.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de Nicaragua, está integrado por la totalidad de 72 áreas protegidas, cubriendo una extensión territorial de 2.208.957 ha (equivalente al 17 % del territorio nacional) y conformadas en nueve categorías de manejo (MARENA, 2007). Además, el SINAP cuenta con la integración de 53 reservas silvestres privadas. Existen 15 Parques ecológicos municipales que no forman parte del SINAP pero contribuyen de una manera sumamente importante a la

conservación de la biodiversidad.

De acuerdo a Pérez et al. (2009), las áreas protegidas que conforman el SINAP presentan una extensión muy variable, desde áreas muy pequeñas de menos de 100 ha hasta áreas de más de 500.000 ha. Las áreas protegidas se han creado por medio de decretos ejecutivos y varían en categorías de manejo desde Reserva biológica, la categoría más estricta, hasta Paisaje terrestre y/o marino protegido, con mayor intervención para el aprovechamiento de los recursos naturales.

En el marco del SINAP, se cuenta con 22 áreas protegidas demarcadas físicamente y una en proceso de demarcación; existen dos reservas de biosfera reconocidas oficialmente por la UNESCO; también se cuenta con ocho sitios de importancia internacional RAMSAR. Por otro lado, existen 31 áreas protegidas que cuentan con planes de manejo aprobados y 23 áreas protegidas cuentan con planes de manejo en proceso de aprobación en diferentes etapas de avance y dos áreas protegidas cuentan con planes de manejo formulados que no necesariamente han sido aprobados por Resolución Ministerial.

A nivel de ecosistemas, de los 68 tipos de ecosistemas citados para Nicaragua, nueve ecosistemas están excelentemente representados y mejor protegidos bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (MARENA, 2001). A nivel de especies, la riqueza biológica florística está representada por 6.500 plantas vasculares, donde se incluyen helechos, gimnospermas y angiospermas, distribuidas en 233 familias (MARENA, 2007). Con respecto a la riqueza faunística, se reportan un total de 1.053 especies de vertebrados y se estima que la riqueza de invertebrados sea mayor a 10.000 especies (Pérez, 2004).

## Valoración de los bienes y servicios ambientales

Según MARENA (2003), la valoración de los bienes y servicios ambientales y su aporte a la economía nacional, así como la cuantificación de la deuda con la naturaleza, son insumos importantes para la toma de decisiones y el establecimiento de políticas de manejo de los recursos naturales, ya que los mismos son la base de la mayoría de las actividades económicas. Una vez reconocido su aporte a la economía, se hace necesario establecer mecanismos social y genéricamente equitativos de retribución por el uso de los bienes y servicios ambientales, pagar a la naturaleza la reposición de los mismos. Este proceso se conoce como pago por servicios ambientales o internalización de los costos ambientales (MARENA, 2003).

Se han realizado dos aproximaciones a la valoración de los bienes y servicios ambientales y su aporte a la economía nacional: en 1997, el valor estimado de los servicios ambientales, fue de aproximadamente US \$ 6.330 millones (Hurtado, 1999), mientras que Barzev (2001) menciona que el aporte total de los bienes y servicios ambientales a la economía nacional representó el 6 % del PIB en 1998; unos US\$ 126 millones, sin tomar en cuenta el servicio por fijación de carbono, en cuyo caso este aporte podrían alcanzar los US\$ 3.600 millones. Sin embargo, no será posible mantener este aporte de los bienes y servicios ambientales a la economía nacional bajo un régimen de explotación no sostenible y cortoplacista de la biodiversidad del país como hasta ahora se ha realizado.

## El PSA en Nicaragua

### Servicio ambiental de protección de biodiversidad

1) Barrantes (2004a) realizó un estudio que consistió en el desarrollo de un Programa para implementar mecanismos de Pago por Servicios Ambientales en el municipio El Castillo en la Reserva de Biosfera del Río San Juan, también denominada en el país Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (RBSEN).

Esta valoración económica del servicio ambiental, protección de biodiversidad del municipio de El Castillo, Departamento de Río San Juan, se basó en el costo de oportunidad, cuyo valor de referencia estimado para definir un monto de PSA es de US \$ 33.4/mz/año (mz: manzana = 0,7 ha) Con este monto de referencia se estimó un requerimiento de ingresos equivalente a US \$ 48,286/año para el equivalente de proteger 1,000 hectáreas de importancia para la protección de la biodiversidad, a lo que hay que añadir el costo de operación de una oficina de PSA que se estima en US \$ 24,350/año. En el caso de belleza escénica como servicio ambiental se determinó una disposición de pago de US \$ 8/turista/visita. Para el servicio ambiental agua, el valor de referencia que dio la disposición de pago residencial es de US \$ 0.037/m<sup>3</sup>. La aplicación de estos valores a la demanda actual genera un ingreso potencial agregado (belleza escénica y agua) de US \$ 19,245/año en el citado municipio.

Del proceso de capacitación se derivó una propuesta de desarrollo institucional para la promoción e implementación de PSA, con una amplia representación sectorial, donde la Secretaría Ejecutiva de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua



La Reserva Natural Cerro Maderas, en la Isla de Ometepe, Dpto. de Rivas, ubicada dentro del gran lago Cocibolca, al norte del Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname, también en el lago Cocibolca. Recientemente propuesta como Reserva de Biosfera.

(SERBSEN) sería apoyada por un comité técnico de PSA y por los subcomités de PSA que se establezcan a nivel de las Comisiones Ambientales Municipales (CAM). Estos serían los órganos encargados de asesorar a la Comisión Nacional de la RBSEN (CNRBSEN) en la definición de las políticas y las estrategias relacionadas con el mecanismo de pago por servicios ambientales.

El principal producto es el diseño de un plan de acción que orienta el proceso de implementación del mecanismo de PSA para el municipio El Castillo. En este plan de acción se identifican los diferentes resultados, actividades, actores, indicadores verificadores y programación esperada. Además, se identifica una estructura organizativa funcional para la implementación del Plan, donde se resalta la existencia de un comité asesor integrado por la Comisión Nacional de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (CNRBSEN), la SERBSEN, el Comité Técnico de PSA, el Subcomité de PSA y el Fondo Nacional Ambiental (FNA).

2) Barrantes (2004b) diseñó un Programa para implementar mecanismos de Pago por Servicios Ambientales en el Archipiélago de **Solentiname** y el Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos, en la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (RBSEN) en Nicaragua. Los servicios ambientales seleccionados son los de protección de biodiversidad y belleza escénica y están dirigidos a las agencias y organismos internacionales interesados en fortalecer las iniciativas de conservación de la biodiversidad, así como a las empresas turísticas que se dedican a la visitación y turismo en busca de sitios atractivos y diversos para atender visitantes nacionales y extranjeros.

La valoración económica del servicio ambiental, protección de biodiversidad, se basó en el costo de oportunidad, cuyo valor de referencia estimado para definir un monto de PSA es de US \$ 33.4/mz/año. Con este monto de referencia se estimó un requerimiento de ingresos equivalente a US \$ 965,714/año, para 20,000 hectáreas a lo que hay que añadir el costo de operación de una oficina de PSA que se estima en US \$ 24,350/año.



Pescador de Gaspar (*Atractosteus tropicus*) en San Juan del Norte, en la Reserva de Vida Silvestre Río San Juan, parte de la Reserva de Biosfera del Sureste.

3) En la Reserva Natural Punta Gorda (RNPG) en la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (RBSEN) en Nicaragua, Barrantes (2004c) diseñó un Programa para implementar mecanismos de Pago por Servicios Ambientales. El servicio ambiental seleccionado es el de protección de biodiversidad y está dirigido a las agencias y organismos internacionales interesados en fortalecer las iniciativas de conservación de la biodiversidad, así como a las empresas transnacionales que se dedican a la investigación científica en busca de productos comerciales derivados de la existencia de material genético en la RNPG.

La valoración económica del servicio ambiental, protección de biodiversidad, se basó en el costo de oportunidad, cuyo valor de referencia estimado para definir un monto de PSA es de US \$ 33.4/mz/año. Con este monto de referencia se estimó un requerimiento de ingresos equivalente a US \$ 1, 446,543/año, a lo que hay que añadir el costo de operación de una oficina de PSA que se estima en US \$ 24,350/año.

4) En el municipio de San Juan del Norte en la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (RBSEN) en Nicaragua, Barrantes (2004d) diseñó un Programa para implementar mecanismos de Pago por Servicios Ambientales. El servicio ambiental seleccionado es el de protección de biodiversidad y el de belleza escénica. El primero está dirigido a las agencias y organismos internacionales interesados en fortalecer las iniciativas de conservación de la biodiversidad, así como a las empresas transnacionales que se dedican a la investigación científica en busca de productos comerciales derivados de la existencia de material genético. Mientras que el segundo va dirigido al turista nacional e internacional amantes de la naturaleza y las aventuras silvestres que puede encontrar en el municipio San Juan del Norte y sus alrededores.

La valoración económica del servicio ambiental protección de biodiversidad se basó en el costo de oportunidad, cuyo valor de referencia estimado para definir un monto de PSA es de US \$ 33.4/mz/año. Con este monto de referencia se estimó un requerimiento de ingresos equivalente a US\$ 48,286/año para el equivalente de proteger 1,000 hectáreas de importancia para la protección de la biodiversidad, a lo que hay que añadir el costo de operación de una oficina de PSA que se estima en US \$ 24,350/año. En el caso de belleza escénica como servicio ambiental se determinó una disposición de pago de US \$ 8/turista/visita.

## Servicio ambiental de oferta hídrica

1) Valoración económica de la oferta hídrica del bosque en que nace el río Chiquito, Achuapa, para implementar un sistema de pago por este servicio ambiental y mantener la oferta de agua (Barzev, 2000). Fue financiado por PASOLAC (Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central).

2) En el municipio de San Carlos en la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua (RBSEN) Barrantes (2004e) diseñó un programa para implementar mecanismos de Pago por Servicios Ambientales. El servicio ambiental hídrico fue el seleccionado y está dirigido a los usuarios del agua en el municipio, particularmente a los que son abastecido por acueductos.

La valoración económica del servicio ambiental hídrico se basó en el método de disposición de pago, cuyo valor de referencia fue de US \$ 0.056/m<sup>3</sup>. Los ingresos

con base en una demanda de agua estimada de 255,780 m<sup>3</sup>/año, son de US \$ 14,324/año. Por su parte, el monto estimado para compensar a los propietarios de tierras dispuestos a dejar parte de su finca para la conservación del recurso hídrico, se basó en el método del costo de oportunidad, cuyo valor de referencia estimado para definir un monto de PSA es de US \$ 33.4/mz/año. De esta manera, se podrían financiar cerca de 424 manzanas, que deben ser priorizadas en las zonas de protección de fuentes de agua que están siendo utilizadas para el abastecimiento de la población. Lo anterior asumiendo que la operación de la oficina de PSA se financia por otras fuentes.

3) Para el caso del Área Protegida “Reserva Natural Cerro Apante” se estima que la Oferta Hídrica dentro de la Reserva es el principal potencial a desarrollar. Dicho potencial está directamente relacionado con la capacidad del Área Protegida de producir agua y abastecer una gran parte de la población de Matagalpa durante todo el año, particularmente los usuarios que no están siendo beneficiados por los servicios de AMAT (con agua proveniente del Valle de Sébaco).

Además, es una alternativa a la opción actual de extraer agua por bombeo del Valle de Sébaco. Realmente la alternativa tecnológica actual es ineficiente, de alto costo (por el bombeo de agua con electricidad), e insostenible a largo plazo porque el agua no es de buena calidad y además los pozos en Sébaco se han visto afectados por la sobreexplotación del acuífero.

Considerando el potencial hídrico del área, 3.9 millones de metros cúbicos (MMC), este servicio ambiental debería tener mayor valor económico, y debería haber una serie de actividades económicas vinculadas con el uso de agua dispuestas a contribuir a la conservación. Sin embargo, las actividades más rentables en el área son las agrícolas y algunas de estas actividades se han expandido de manera insostenible – desde el punto de vista ecológico.

En este sentido, antes de implementar cualquier mecanismo financiero para la conservación, es importante regular la actividad agrícola y obligar a los dueños de fincas a reducir y controlar sus emisiones de desechos.

El problema actual, es que la red privada de agua que se abastece de esta Área Protegida presenta una infraestructura ineficiente, donde las tarifas son cuotas fijas y no están en función a la cantidad consumida. En estas circunstancias el valor económico está subestimado, permitiendo la sobre-explotación, la baja calidad en el servicio de la empresa y finalmente la percepción por parte del consumidor de que existe una escasez de agua en el cerro.

Para realmente poder implementar mecanismos financieros para la conservación, es necesario superar estos obstáculos. Después, los fondos movilizadas se depositarían en un Fondo Ambiental Fideicomiso.

Las principales entradas al fondo será la Disposición a Pagar (DAP) de los Usuarios de la Red Privada. Actualmente la DAP es igual a C \$ 6.00 adicionales (US \$ 0.3) es a la tarifa de C \$ 33/mes. Se estima que las familias en los 8 barrios que se abastecen con agua de Apante consumen un promedio de 12.3 m<sup>3</sup>/mes. Si expresamos su DAP por metro cúbico, sería igual a C \$ 0.48/m<sup>3</sup>. El monto total que se puede generar a través de la DAP de los consumidores de la Red Privada asciende a C \$ 425,088/año.

Mientras tanto, el Costo de Ambiental (de conservación de las áreas de recarga hídrica) asciende a C \$ 1,925,250/año.

Sin embargo, esta diferencia puede tener diferentes razones: a) El costo de conservación está basado en un programa genérico de manejo de áreas de recarga; b) No se considera que en Apante los costos pueden ser menores, debido al buen estado del cerro en la actualidad y finalmente; c) La DAP Actual puede ser inferior a la DAP Real siendo que la ineficiencia de la infraestructura de la Red Privada crea una falsa percepción en el usuario, sobre el estado de los recursos hídricos.

Considerando las condiciones actuales y en términos de viabilidad, no se puede cubrir en su totalidad el Costo Ambiental. Sin embargo, los recursos financieros movilizados se depositarían en el Fondo Ambiental y hay que pensar en como aprovechar al máximo dichos fondos escasos.

Como un primer paso, hay que mejorar la eficiencia del sistema de distribución de la Red Privada, invirtiendo en medidores que permitirán establecer un cobro en función del agua realmente consumida. Sin embargo, la inversión para la mejora de la infraestructura no debe salir del Fondo Ambiental, siendo que esto no es un Pago por Servicios Ambientales.

Como un segundo paso, sería conveniente priorizar sub-áreas para la conservación dentro del área total, para aprovechar más eficientemente los recursos financieros movilizados. Hay que priorizar las más sensibles y que requieren intervención inmediata.

En la mayoría de casos de problemas ambientales vinculados con la calidad o cantidad de los recursos naturales, los fondos disponibles son escasos. Sin embargo, hay que iniciar con medidas de conservación a escala, atendiendo primero las necesidades más urgentes, y posteriormente buscar fondos adicionales para cubrir las otras medidas de conservación.

Finalmente, hay que enfatizar que para el éxito de estos mecanismos, se requiere voluntad política y establecimiento de normas efectivas sobre el uso del suelo de la Reserva.

4) Para el caso particular del Area Protegida “Reserva Natural Cerro Arenal” se estima que la Oferta Hídrica dentro de la Reserva es el principal potencial a desarrollar. Dicho potencial está directamente relacionado con la capacidad del Area Protegida de producir agua y abastecer una gran parte de la población de Matagalpa durante todo el año.

Además, es una alternativa a la opción actual de extraer agua por bombeo del Valle de Sebaco. Realmente la alternativa tecnológica actual es ineficiente, de alto costo (por el bombeo de agua con electricidad), e insostenible a largo plazo porque el agua no es de buena calidad y además los pozos en Sébaco se han visto afectados por la sobreexplotación del acuífero.

Considerando el potencial hídrico del área, 2.6 millones de metros cúbicos (MMC), este Servicio Ambiental debería tener mayor valor económico, y debería haber una serie de actividades económicas vinculadas con el uso de agua dispuestas a contribuir a la conservación.

Sin embargo, las actividades más rentables en el área son las agrícolas. Y algunas de estas actividades se han expandido de manera insostenible – desde el punto de vista ecológico. Por ejemplo, el cultivo de helechos ha iniciado con una pequeña cantidad de hectáreas. Sin embargo, en la actualidad las plantaciones de helechos pasan las 100,000 ha, amenazando con un cambio inapropiado de uso del suelo; y simultánea-

mente generan contaminación a las aguas en las fuentes que abastecen Matagalpa.

En este sentido, antes de implementar cualquier mecanismo financiero para la conservación, es importante regular la actividad agrícola y obligar a los dueños de fincas a reducir y controlar sus emisiones de desechos.

Una vez superado este detalle, se pueden implementar mecanismos financieros para la conservación, y los fondos movilizados se depositarían en un Fondo Ambiental Fideicomiso.

Las principales entradas al fondo serán los ajustes en las tarifas de agua, de los usuarios de la Red Central de AMAT. Sin embargo, esta población paga las tarifas más altas del país, C \$ 10.5/m<sup>3</sup>, y hay poca gente que quiere otros ajustes en las tarifas – aún cuando sucedan mejoras.

En este caso, al analizar que las alternativas de proyectos de agua potable que se pueden desarrollar en Arenal, se observa que el costo de operación en el marco de dichos proyectos es de C \$ 5.95/m<sup>3</sup>. Y aún cuando en la nueva tarifa se incluye un costo ambiental de C \$ 0.74/m<sup>3</sup>, el monto a cobrar a los usuarios puede bajar a C \$ 6.99/m<sup>3</sup>.

Sin embargo, la idea es mantener las tarifas actuales de C \$ 10.5/m<sup>3</sup>, y el ahorro de C \$ 3.51/m<sup>3</sup> puede igualmente ser depositado en el Fondo Ambiental.

Lo importante es reconocer que el monto de C \$ 0.74/m<sup>3</sup> va como PSA, mientras que el resto de excedente de C \$ 3.51/m<sup>3</sup> va como un fondo para resolver problemas concretos ambientales en la cuenca, pero no necesariamente bajo el esquema del PSA.

En estas condiciones, considerando que la Demanda Total Actual es de 1,035,924 m<sup>3</sup>/año, el total de fondos destinados al Pago por Servicios Ambientales sería de C \$ 1,073,550/año.

Pero como no se reducirán las tarifas, a pesar de que la nueva tarifa incluye el Costo Ambiental, el Fondo Ambiental puede recibir un monto adicional de C \$ 3,639,904/año.

Como se mencionó anteriormente, estos recursos adicionales pueden servir para cubrir inversiones en infraestructura necesaria para el buen funcionamiento del ecosistema, costos de transacción para resolver conflictos ambientales, etc. En si, estos fondos adicionales no se interpretan como un PSA.

Finalmente, hay que enfatizar en para el éxito de estos mecanismos se requiere voluntad política y establecimiento de normas efectivas sobre el uso del suelo de la Reserva.

5) Para la Reserva Natural Datanlí-El Diablo, el mayor potencial de generación de recursos financieros para la conservación, está en la producción de hidro-energía.

El Agua que produce la Reserva, que drena a través de diferentes ríos, aporta en un 90% a la oferta hídrica que garantiza el funcionamiento de las plantas hidro-eléctricas de Santa Bárbara y Centro América.

Esta agua igualmente beneficia a varias comunidades para satisfacer sus necesidades domésticas para riego. Sin embargo, dichos consumidores están esparcidos a lo largo de Río Tuma y Río Viejo, por lo que sería muy difícil y costoso garantizar que estos usuarios contribuyan a un Fondo Ambiental. Dichas comunidades, además están ubicadas en diferentes municipios y departamentos, lo que dificulta establecer una base legal e institucional para llevar a cabo un programa efectivo de Pago por

Servicios Ambientales.

En el caso del sector Energía, la negociación se puede dar a nivel central – haciendo una transferencia equivalente a los Costos Ambientales directamente al Fondo Ambiental. Posteriormente, estos costos se pueden transferir al usuario final a través de ajustes en las tarifas de energía.

En fin, existen otros BSA (Ej.: actividades turísticas vinculadas con el área, así como potencial para investigación científica, etc.), pero el servicio ambiental con mayor posibilidad de implementar mecanismos de PSA es el servicio hídrico – siendo que existe una clara identificación de la oferta y la demanda; existe un marco legal e institucional y el recurso hídrico está vinculado con una economía específica que genera significativas utilidades como para financiar la conservación de las áreas de recarga.

El único detalle es que la internalización de los Costos Ambientales por parte del Sector Energía sucederá a nivel central, y no a nivel municipal.

La utilidad adicional (ahorro) por producir electricidad con tecnología hidroeléctrica es de aproximadamente US \$ 10.4 millones de dólares - se multiplica la producción total actual de las dos plantas existentes, 386.9 Gwh/año, por el ahorro/kw de US \$ 0.027/kw.

O sea, el sector Hidro-energía puede aportar cualquier cantidad hasta 10.4 millones de dólares al Fondo Ambiental destinado a la conservación de los recursos hídricos. Considerando que el Costo Ambiental es de apenas US \$ 786,450/año, entonces es más que viable desarrollar los Mecanismos de Pago por Servicios Ambientales.

Finalmente, es importante mencionar que este monto no incluye el efecto positivo sobre la economía nacional por disminuir el uso de combustibles derivados del petróleo para la producción de energía eléctrica. O sea, se ha liberado una cantidad significativa de divisas en la compra de dichos combustibles.

De la misma manera, se produce un impacto positivo en el medio ambiente por la disminución de emisiones de gases contaminantes, al quemar menores cantidades de combustibles fósiles (que se traduce en una reducción de los costos ambientales). Eventualmente, en un futuro se pueden cuantificar en términos económicos dichos efectos ambientales (externalidades positivas).

6) De acuerdo a nuestros datos la experiencia más sólida de Nicaragua, y en curso durante largo tiempo es la de PSA por agua en el Municipio de Río Blanco, Dpto. de Matagalpa.

## Servicio ambiental de ecoturismo

Las áreas protegidas del Sistema Nacional de Areas Protegidas de Nicaragua conservan una oferta (actual y potencial) de los servicios ambientales por su belleza escénica, y sobre la base de una priorización de un mecanismo de Pago por Servicios Ambientales se han realizado estudios de su ofertas en las áreas protegidas en manejo y en las áreas protegidas de Arenal, Apante, Datanlí el Diablo, Chacocente y Mirafior, con el fin de aportar a la sostenibilidad social, ambiental y económica del área protegida.

1) Valoración económica de las mejoras propuestas para los servicios turísticos del parque nacional Volcán Masaya (Barzev, 2000), Dirección General de Areas

Protegidas, Dirección de Servicios Ambientales y PANIF (Programa Ambiental Nicaragua-Finlandia).

2) Para el caso particular del Area Protegida “Paisaje Terrestre Protegido de Miraflores Moropotente” se estima que el eco-turismo dentro de la reserva es el principal potencial a desarrollar. Dicho potencial está directamente relacionado, tanto con la belleza escénica y sitios naturales, como con las fincas ecológicas demostrativas con posibilidad de desarrollar agro-turismo (Barzev, 2001).

Actualmente la actividad más rentable en el área es la agricultura. Sin embargo, y considerando que la mayor parte de la reserva está bajo uso de suelo agrícola, no toda esta área corresponde a una modalidad de producción eco-amigable. A largo plazo, este tipo de producción no es sostenible y frena el desarrollo de otras actividades económicas, como el eco-turismo.

Entonces, el eco-turismo basado tanto en la belleza escénica del área, como en las actividades productivas dentro de las fincas ecológicas, presenta un potencial significativo para generar recursos financieros adicionales.

El eco-turismo puede ser visto, por un lado, como alternativa económica a las actividades agrícolas tradicionales; y por otro lado, como la actividad por excelencia que puede recaudar fondos para la conservación del ecosistema, a través de mecanismos de Pago por Servicios Ambientales.

En la actualidad, según registros de UCA Miraflores, apenas unos 2,100 visitantes generan alrededor de US \$ 92 mil anuales. Esta cifra puede incrementar fácilmente siendo que los dueños de tierras en el área protegida que se dedican a esta actividad representan menos del 6 % de la población. O sea, todavía es posible expandir dicha actividad, tanto incluyendo nuevos oferentes de servicios turísticos en el área, como desarrollando nuevos destinos.

Sin embargo, no es claro que parte de los US \$ 92,000 se destina a actividades de conservación.

Por esto, a través de este estudio se elabora una propuesta para el desarrollo e implementación de un Fondo Ambiental, bajo modalidad de fondo fideicomiso. Dicho fondo tendrá como característica principal, de ser un mecanismo local para movilizar fondos financieros para la conservación de los Bienes y Servicios Ambientales provenientes del Area Protegida.

El fondo tendrá una personería jurídica, estableciéndose como una empresa municipal autónoma, y contará con una junta directiva multisectorial, para garantizar la parte estratégica del fondo y la transparencia en el manejo de fondos. El fondo funcionará con la contribución de las diferentes actividades económicas vinculadas con el aprovechamiento de BSA provenientes del área protegida Miraflores-Moropotente.

La primera actividad con la que se iniciará será el eco-turismo, considerando que la belleza escénica, los atractivos naturales y las actividades eco-amigables generan dicha actividad. La forma de hacer efectivo el cobro por conservación, será a través de ajustes en las tarifas de visitación del área.

Una vez establecido el Fondo Ambiental se pueden acceder a crear otros mecanismos financieros, aprovechando que otras actividades económicas están relacionadas con los recursos naturales del área protegida.

Sin embargo, al iniciar con un mecanismo financiero, a través de cobros a los tu-

ristas visitantes, hay que decidir un monto apropiado para no perjudicar la expansión de esta actividad.

Para mejorar la infraestructura turística, considerando la parte ambiental, se requieren unos US \$ 72,000. Este monto significa unos US \$ 4.8/hectárea. Este monto también representa un 10% del costo actual de una visita.

En fin, dicho monto se puede cobrar adicionalmente al costo actual y depositarlo en el Fondo Ambiental para asegurar fondos para la conservación. Con la visitación actual, se movilizarán unos US \$ 10,000 al año.

## Métodos de valoración económica

Barzev (2001) clasifica los métodos de valoración existentes (llamados por ellos como métodos de valoración de la calidad ambiental) en dos grandes categorías:

- Métodos que valoran beneficios y,
- Métodos que valoran costos.

Las técnicas que valoran beneficios resultantes de un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso dado, asignan valor a los beneficios obtenidos del uso de los bienes ambientales que se convertirían en costos si estos usos se perdieran.

Las técnicas que valoran costos, lo hacen, midiendo los costos de prevenir (mitigar) cambios ambientales que de otra manera tendrían un impacto negativo en el bienestar económico, a través de cambios negativos en el medio ambiente.

Por otro lado además, otras clasificaciones agrupan ambos tipos de métodos anteriores, de acuerdo a:

- Aquellos que usan valores directos de mercado o cambios de productividad.
- Aquellos que usan valores de mercado de bienes o servicios complementarios o sustitutos (subrogados).
- Aquellos que usan valores determinados bajo condiciones hipotéticas o contingentes (uso de encuestas).

También, tenemos que los métodos de valoración se pueden clasificar, de acuerdo al origen y disponibilidad de la información en:

- Métodos de valoración directos.
- Métodos de valoración indirectos.
- Métodos de valoración contingentes.

Otra clasificación propuesta, es de acuerdo al método analítico usado, esta consiste en:

- Métodos basados en comportamientos observados.
- Métodos basados en comportamiento potencial.

Poniendo el énfasis en la valoración de los impactos ambientales existe una tipología alternativa para los métodos de valoración, en la cual las técnicas se dividen en dos categorías según el enfoque usado para valorar los costos sociales del daño ambiental o beneficios de prevenir daño. El primer conjunto se denomina Enfoques de Valoración Objetivos (EVO) y el segundo Enfoque de Valoración Subjetivo (EVS).

Los métodos agrupados bajo EVO, se basan en medidas del daño derivados de relaciones técnicas o físicas subyacentes, posibles de medir o estimar estadísticamente, entre el nivel de actividad dañina y la magnitud del daño (función de daño). En el uso

de estas técnicas, el comportamiento de los consumidores o individuos es asumido.

Los métodos agrupados EVS, se basan en las percepciones de los individuos y evaluaciones subjetivas de los posibles costos del daño, los cuales son estimados a partir de comportamientos observados en el mercado o en disponibilidades a pagar o aceptar compensaciones expresados en encuestas.

## **Incentivos para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad**

Robleto (2002) propuso algunas ideas para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. El citado autor propone dos líneas principales de acción:

1. Conservación de la biodiversidad.
2. Uso sostenible de la biodiversidad.

### **Conservación de la biodiversidad**

#### **Mecanismos:**

- Incentivos fiscales contenidos en la Ley No. 217.
- Deducción del 10 % del impuesto sobre la renta, Ley No. 257, Ley de Justicia tributaria y comercial.
- Programa nacional de PSA (similar a lo ya mencionado).

### **Uso sostenible de la biodiversidad**

#### **Opciones:**

- Inversiones de la banca multilateral.
- Fondos de capital para pequeñas y medianas empresas.

## **Marco jurídico**

Recientemente, en el año 2008 se promulgó la Ley No. 647, Ley de Reformas y Adiciones a la Ley No. 217, “Ley General del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales”, en la cual se establece la “SECCIÓN XI. DEL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES “.

Art. 57: Créase el Sistema de Valoración y Pagos por Servicios Ambientales, como instrumento de gestión ambiental, con el fin de valorar y establecer un pago por los servicios, así como, generar financiamiento e incentivos para la promoción de la conservación, preservación y uso sostenible del ambiente y los recursos naturales.

## Bibliografía

Barrantes, G. 2004a. Programa de Pago por Servicios Ambientales para el desarrollo y la conservación de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua. Caso de estudio: Municipio El Castillo. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Costa Rica. 40 p.

Barrantes, G. 2004b. Programa de Pago por Servicios Ambientales para el desarrollo y la conservación de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua. Caso de estudio: Archipiélago Solentiname – Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Costa Rica. 75 p.

Barrantes, G. 2004c. Programa de Pago por Servicios Ambientales para el desarrollo y la conservación de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua. Caso de estudio: Reserva Natural Punta Gorda. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Costa Rica. 64 p.

Barrantes, G. 2004d. Programa de Pago por Servicios Ambientales para el desarrollo y la conservación de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua. Caso de estudio: Municipio San Juan del Norte. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Costa Rica. 74 p.

Barrantes, G. 2004e. Programa de Pago por Servicios Ambientales para el desarrollo y la conservación de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua. Caso de estudio: Municipio San Carlos. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Costa Rica. 66 p.

Barzey, R. 1999. Valoración Económica de las Mejoras Propuestas para los Servicios Turísticos del Parque Nacional Volcán Masaya Valoración Contingente y Costo del Viaje. Proyecto PANIF, MARENA.

Barzey, R. 2001. Valoración económica de los Bienes y Servicios Ambientales de la Biodiversidad y sus aportes a la economía nacional. Litografía Imprenta W.L. Managua, Nicaragua. 73 p.

BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, BOE (ESPAÑA). 1994. Instrumento de ratificación del Convenio sobre la Diversidad Biológica, hecho en Río de Janeiro el 5 de Junio de 1992. Núm. 27, pp. 3113-3125.

CIFOR (En Línea). [http://www.cifor.cgiar.org/pes/\\_ref/sp/sobre/index.htm](http://www.cifor.cgiar.org/pes/_ref/sp/sobre/index.htm)

GRUN. 2008. Plan nacional de desarrollo humano 2008-2012. Documento borrador. 252 p.

Hurtado, L. 1999. Valoración de la Biodiversidad. Beneficios y Costos. En: Biodiversidad de Nicaragua: Un Estudio de País. MARENA/PANIF 1ra ed. 469 p.

MARENA. 2001. Estado de conservación de los ecosistemas de Nicaragua. En: Estrategia Nacional de Biodiversidad. Imprimatur, Managua. 189 p.

MARENA. 2003. Estado actual del ambiente en Nicaragua 2003. II Informe Geo. Impresión comercial La Prensa, Managua. 177 p.

MARENA. 2007. Estado actual del ambiente en Nicaragua 2003-2006. II Informe Geo. Impresión comercial La Prensa, Managua. 274 p.

Pérez, A.M. 2004. Aspectos conceptuales, análisis numérico, monitoreo y publicación de datos sobre biodiversidad. Araucaria-Marena, Managua. 300 p.

Pérez, A.M. & I. Siria. 2006. Biodiversidad y medio ambiente en el contexto local. Municipios Pantasma, La Concordia, Yalí y San Rafael del Norte, Dpto de Jinotega, Nicaragua. SNV, Managua. 52 p. <http://snv-la.org/publicacion/Nicaragua/49> .

Pérez, A.M., N. Sepúlveda, A. Meyrat, C. Poveda, J. Zolotoff, B. Herrera, I. Corrales & A. Calero. 2009. Análisis de vacíos de conservación en Nicaragua. Informe final, MARENA-DANIDA-TNC. 301 p. + APENDICES.

Robleto, J. 2002. Incentivos para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. MARENA/PNUD/GEF, Managua. 63 p.

UICN. 1994. Categorías de las listas rojas. Gland, Suiza. 22 p.

# Recomposición del Paisaje y Reforestación en La Reserva de Biosfera de Mbaracayú, Paraguay

DANILO A. SALAS-DUEÑAS<sup>1</sup>  
EDGAR GARCÍA DUARTE<sup>2</sup>

## Introducción

Es indudable que los ecosistemas y su biodiversidad tienen un papel fundamental en la generación de bienestar humano, tanto desde el punto de vista ambiental como desde la perspectiva social, cultural y económica; si estamos de acuerdo con la definición de Servicios Ecosistémicos promulgada en los Objetivos del Milenio<sup>3</sup> como los beneficios que proveen los ecosistemas a los seres humanos, los cuales contribuyen a hacer la vida no sólo físicamente posible sino también digna de ser vivida, vemos como estos servicios son uno de los elementos fundamentales de lo que se



espera que puedan ser mantenidos y manejados por las Reservas de Biosfera. Dado lo anterior es que La Fundación Moisés Bertoni (FMB) como principal gestora de la Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayú (RBBMb) ha implementado acciones para que servicios ecosistémicos proporcionados por la floresta no solo sean parte de los beneficios que perciban las comunidades, sino para que este servicio sea viable en el tiempo y el espacio, proporcionando bienestar de forma directa e indirecta a sus pobladores.

<sup>1</sup> Coordinador de Programas, Fundación Moisés Bertoni  
dsalas@mbertoni.org.py - danilosalas@gmail.com  
<sup>2</sup> Oficial, Iniciativas Privadas de Conservación.  
Fundación Moisés Bertoni - egarcia@mbertoni.org.py  
<sup>3</sup> Millenium Ecosystem Assessment, 2005  
<http://www.millenniumassessment.org/es/Global.aspx>

## Contexto

Paraguay, país mediterráneo, ubicado entre las latitudes 19° 18' y 27° 30' Sur y las longitudes 54° 19' y 62° 38' Oeste del meridiano de Greenwich, Con una superficie, de 406.752 km<sup>2</sup>. Su población, según datos del 2005, alcanza los 6.347.884 habitantes con una densidad poblacional de 14 hab/km<sup>2</sup>. (Bartrina, 2007)

El río Paraguay, principal cuerpo fluvial, divide al país en dos regiones: la Oriental, con el 39 % del territorio, con una extensión de 159.827 km<sup>2</sup> y el 97% de la población y la regional Occidental o Chaco, con el 61 % del territorio, una superficie de 246.925 km<sup>2</sup> y solamente el 3% de la población. Estas regiones además de presentar asimetrías tan marcadas en relacionado a la demografía, también poseen diferencias con relación a su topografía, geología, suelos, clima y vegetación (Bartrina, 2007)

Ambas regiones naturales presentan características climáticas similares en el área de influencia del mismo río, a lo largo de su recorrido, pero a medida que las distancias hacia el Este y Oeste van en aumento, los valores de precipitación y temperaturas medias se hacen más específicos para cada región. Los valores climáticos son los que regulan los grandes tipos de formaciones vegetales presentes en cada una de las regiones naturales y las características de los suelos, sustrato de la flora terrestre, determinan cuales son las especies dominantes, frecuentes y abundantes para cada formación vegetal (Mereles, 2007)

Las características geomorfológicas e hidrográficas del territorio en general, como la falta de grandes cadenas montañosas y la presencia de grandes cuerpos de agua que rodean a sus fronteras, hacen que la diversidad vegetal de Paraguay se vea influenciada por la flora de otras provincias biogeográficas y biomas regionales como la de Amazonía, la del Cerrado, la de la Mata Atlántica y las regiones pre-andinas. (Mereles, 2007)

## El Bosque Atlántico del Alto Paraná

El Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), ecorregión donde se halla situada la Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayú, es uno de los ecosistemas terrestres en mayor riesgo de extinción a nivel global, originalmente con una superficie de 47 millones de hectáreas, actualmente conserva solo el 5% del bosque original y con solamente 1,866 km<sup>2</sup> conservados en áreas protegidas. Se caracteriza por un Bosque subtropical, conocido, además, como Selva Paranaense o Selva Misionera, representa las porciones más grandes del bosque atlántico semi-deciduo brasilero. La región actúa como un corredor para la migración de especies entre bosques húmedos y semi-deciduos, y entre los bosques atlánticos y el Cerrado. Por esta razón la riqueza de especies es alta, aunque existen pocos endemismos (Bartrina, 2007)

En el caso del Paraguay, originalmente con una superficie de 8'580,000 hectáreas de BAAPA, paso a tener menos de 800,000 ha en la actualidad, en su gran mayoría altamente fragmentado, como resultado de diversos procesos

<b>Tasas de deforestación – Región Oriental del Paraguay</b>	
Entre 1945 y 1985	123.000 ha/año
Entre 1968 y 1976	212.000 ha/año <sup>1)</sup>
Entre 1984 y 1991	Cerca de 300.000 ha/año <sup>2)</sup>
Entre 1989 y 2001	112.960 ha/año <sup>3)</sup>
Tasa estimada para el 2002	110.000 ha/año <sup>4)</sup>
Tasa registrada para el 2005	Menos de 20.000 ha/año <sup>5)</sup>
1) FAO, 2000; de SFN, 1995.	2) FAO, 2000; de CIF, 1994.
3) GLCF, 2002.	4) FAO, 2003.
5) WWF - Guyará Paraguay.	
(Fuente: WWF Paraguay). Tomado de Fleytas, 2007	

### **Mbaracayu** (voz Guaraní que significa Guitarra Amarilla)

Desde hace 20 años, la Fundación Moisés Bertoni, viene trabajando de manera innovadora en el desarrollo de modelos de conservación y sostenibilidad en la zona de influencia de un área de conservación de 65 mil hectáreas del Bosque Atlántico del Alto Paraná, al nor-orienté del Paraguay, cerca de la frontera terrestre que comparte con Brasil.

Está área conocida como Mbaracayú, no solo contiene importantes muestras representativas y funcionales de la fauna y flora, sino que se convirtió desde entonces en uno de los pocos lugares donde indígenas de la etnia Aché, han podido continuar con actividades de caza y colecta manteniendo sus métodos tradicionales de vida; el lograr conservar un área con estas características en un país con las tasas de deforestación previamente vistas, requirió el desarrollo del modelo de conservación que implementa trabajos encaminados a que diversos grupos humanos presentes en la zona tuviesen mejores condiciones y oportunidades de forma que no se viera el área de conservación como un obstáculo para el desarrollo sino al contrario como una oportunidad para el mismo.

Entre las diversas actividades encaminadas inicialmente con los grupos humanos más cercanos al área protegida, se debe resaltar el trabajo implementado en actividades de investigación, monitoreo, reforestación y recomposición del paisaje, dada la dinámica propia de la región y la constante y creciente demanda de madera, leña y otros productos provenientes del bosque. Así, entre las grandes innovaciones destaca el proceso de creación del área protegida, puesto que el año 1991, se dio inicio a su conservación, con la implementación de una de las dos experiencias piloto a nivel mundial, en lo que años después fuera conocido como proyectos de secuestro de carbono, dado que parte de los recursos para la compra e implementación del modelo de manejo, se originó con recursos provenientes de una negociación con la empresa Norteamericana AES Barbers Point Inc. quienes compraron un tercio de los 27 millones de toneladas de carbono calculadas en ese entonces como secuestradas en los bosques del área, convirtiéndose en una de las primeras negociaciones que se dieron con carbono y donde los aspectos sociales y económicos fueron incorporados al tema de la conservación del área.

En el año 2000, con la gestión, creación y reconocimiento por parte de la UNESCO de la Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayu (RBBMb) con una extensión de

240,000 hectáreas, se requirió no solo un cambio en diversos paradigmas institucionales de la FMB para el manejo del área de conservación, sino que también el desarrollo de la región en general, dado que esta institución tiene un rol fundamental en el funcionamiento de la RBBMb.

La RBBMb, es un mosaico de culturas en la que conviven unas 30.000 personas de procedencia paraguaya, brasilera, y nativos Guaraníes y Aché, representados en pequeños, medianos y grandes productores. El área forma parte de una de las regiones de mayor desarrollo agrícola a gran escala del país; Igualmente tiene una de las mayores tasas de crecimiento poblacional del Paraguay.

Esta diversidad de aspectos culturales y sociales se asocia a una de las áreas de mayor diversidad biológica, en la que aún se encuentran remanentes boscosos de más de 10.000 hectáreas, constituyéndola en un lugar privilegiado, dados los altos niveles de deforestación que históricamente se han dado, especialmente en el departamento de Canindeyú, acelerados por la cercanía a la frontera con Brasil y recientemente por la demanda de terrenos para la agricultura tecnificada a gran escala.

## 1. Primer emprendimiento - Forestería

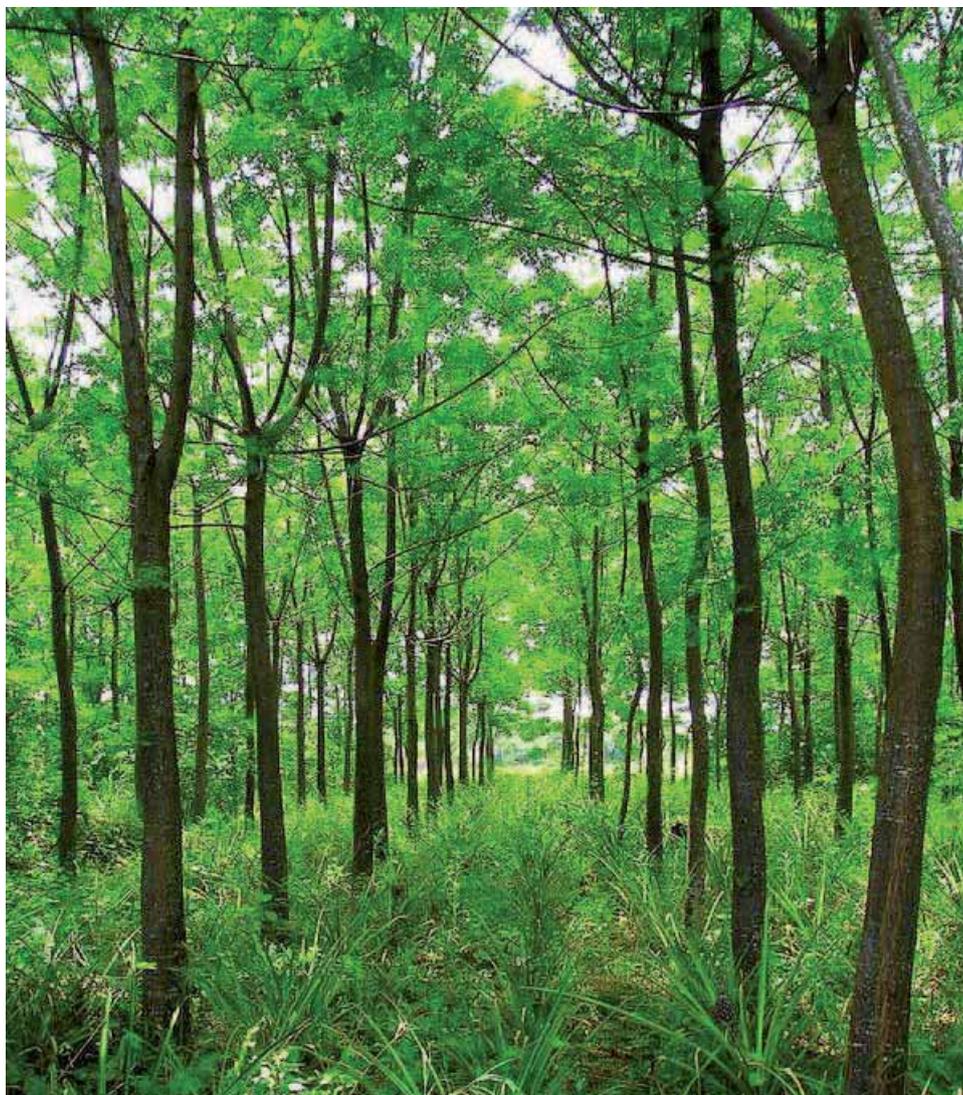
Durante los primeros años de existencia del área protegida - inicios de la década de los noventa- el tema forestal se enfocó a satisfacer una incipiente demanda de árboles por parte de campesinos e indígenas, quienes identificaban sus requerimientos y a quienes se suministraba de forma gratuita, sin mayor seguimiento ni control por parte de la FMB. Especialmente la demanda se centraba en árboles frutales provenientes de un vivero institucional y subsidiado completamente por la misma. Esto como forma de lo que en ese momento se había determinado como un mecanismo eficiente de trabajo comunitario y de lograr que el impacto socioambiental de compensar la sensación social de que el crear un área de conservación donde no se podría hacer extracción alguna de madera, era negativo para las comunidades, mas en una región que históricamente había desarrollado la extracción de maderas finas y cultivo de Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* A.St. Hil) como su principal fuente de recursos, de forma que la comunidad se desarrollara y prosperara a través de actividades económicas.

Luego de un par de años de funcionamiento de este modelo, se identificaron deficiencias de este sistema, especialmente en la sostenibilidad del mismo, dado que no había mayor acompañamiento sobre las donaciones por lo que muchas de las mismas fueron mal implementadas o simplemente ni siquiera se utilizaron los recursos donados, como implementos agrícolas, simplemente por señalar un ejemplo, llegando a extremos que no se hicieron las siembras de importantes volúmenes de plantas solicitadas y donadas. Igualmente, en algunos casos, dado el poco acompañamiento se generaron problemas entre individuos de grupos organizados, dadas las falsas expectativas creadas en algunas personas. Asimismo, el tema de seguimiento de los aspectos netamente ambientales tampoco se hizo, lo que simplemente en algunos casos terminó con un alto esfuerzo y un bajo impacto. En otras palabras, muchos de los beneficiarios no se apoderaron de los proyectos y actividades y simplemente buscaron el mayor provecho posible, lo que no dio sostenibilidad a ninguna de las acciones.

## 2. Segundo emprendimiento – Modelos agroforestales

Como resultado de la anterior situación, se generaron mecanismos para corregir los problemas detectados, buscando un impacto que fuera más contundente. El interés de la población local en la incorporación del árbol en su economía, la demanda creciente y desordenada de mudas forestales y el uso tradicional de productos forestales en los minifundios agropecuarios, hicieron necesario el desarrollo de un proyecto forestal más proactivo.

Con financiamiento de la cooperación internacional se desarrolló por los siguientes tres años un proyecto agroforestal, el que tenía como principal objetivo incorporar el componente forestal en la economía doméstica y sirviera a la vez como elemento planificador de la finca.



SAF: Modelo agroforestal de producción de madera y frutas a partir de la asociación de *Melia azedarach* y *Ananas sp.*

El proyecto fue dirigido a comités de productores con vocación agroforestal, con quienes se procedía al diagnóstico y diseño agroforestal, metodología que permite determinar las necesidades y aptitudes agroforestales de cada finca, las que después de agrupadas generan una serie de modelos agroforestales que son implementados en cada finca. En función al resultado de estos agrupamientos se determinaron las necesidades tanto de especies forestales como de cantidades de las mudas forestales.

Con toda esta información se establecieron en total 10 viveros forestales, cuya misión era la de generar las mudas necesarias para establecer las parcelas agroforestales en las diferentes fincas productivas. Los modelos agroforestales variaron en cuanto a la selección de las especies para cada modelo, sin embargo los modelos fueron estandarizados en los siguientes:

### **2.1 Cortinas rompeviento y cercos vivos**

Estos modelos fueron implementados en parcelas con alto índice de erosión eólica o al costado de parcelas agrícolas cuyo desarrollo se ve afectado por la presión de vientos.

Los objetivos de estas plantaciones eran, reducir la velocidad del viento en la zona cercana al suelo; evitar la pérdida de fertilidad del suelo debido a la erosión eólica y disminuir la acción mecánica de los vientos en los cultivos. Como producto secundario de estas prácticas, el material proveniente de la poda y raleo de las especies forestales, fue utilizado para la producción de forraje, frutas y provisión de leña y postes.

### **2.2 Huertos mixtos caseros**

Con la instalación de huertos mixtos caseros se buscó re-introducir en las fincas el concepto de la diversificación agrícola y sobretodo dar un paso más en el sentido de afianzar la seguridad alimentaria de las familias. Se trata de una asociación íntima de árboles o arbustos de uso múltiple con cultivos anuales y perennes en parcelas de hogares individuales. La idea básica era la de implementar mano de obra familiar, principalmente la de los hijos y amas de casa en el cultivo de frutales y otros alimentos que complementan la canasta familiar, e incluso podrían generar ingresos económicos por la venta de productos.

Los mismos variaron muy ampliamente en cuanto a su función, composición y estructura, así como la cantidad de productores que desarrollaron esta práctica. Los mismos incluyeron plantaciones frutales como naranjas, pomelos, mandarinas, limas, bananas, piñas, mangos, aguacates, asociados a enredaderas como la uva y el mburucuya (*Passiflora edulis*). Un importante componente del huerto casero en algunos casos fue la cría de animales menores como gallinas y cerdos.

### **2.3 Asociación de cultivos**

Consistió en la plantación de individuos de especies forestales en una masa de bosque secundario, a fin de mejorar las condiciones productivas del mismo e iniciar un proceso en el cual se buscó cosechar madera de manera más o menos regular a lo largo del tiempo, así como mejorar las condiciones edáficas al reintroducir materia orgánica y descompactar el terreno.



Modelo silvopastoril instalado a partir de la asociación de pastos, *Brizantha* sp, maíz, *zea mays* y arboles de *Ovenia* sp.

El espaciamiento de las plantaciones forestales fue como mínimo de 5x4 m en el caso de especies exóticas y de mayor densidad en caso de especies nativas; en una primera etapa se trabajó con asociaciones de especies exóticas y mandioca (*Manihot* spp.), maní y maíz, posteriormente se asociarán cultivos agrícolas con especies forestales nativas, principalmente de la familia de las leguminosas, a fin de contribuir al enriquecimiento del suelo y a la utilización de su madera para la elaboración de leña y carbón, posteriormente especies nativas de alto valor económico además de las de mayor crecimiento.

Los trabajos de enriquecimiento estuvieron íntimamente relacionados con los de manejo de la regeneración natural y ambos son complementarios, con el objetivo de favorecer el desarrollo de, al menos, 250 plantas por hectárea.

## Logros de los modelos forestales

Luego de tres años de implementación de diversas actividades en este sentido, lo que conllevó no solo mejorar los equipos de funcionarios que trabajaban en desarrollo rural como responsables directos de esto, sino también largos y complejos procesos de organización comunitaria, especialmente dando espacio a formas propias de organización comunitaria, se lograron establecer varios viveros forestales que respondían a procesos sociales comunitarios de forma que los mismos, fueron adoptados e incorporados por sus miembros como propios y elementos fundamentales de sus

economías de forma que la sostenibilidad de los mismos estaba garantizada. De igual manera se logró el desarrollo e instalación de no menos de 66 parcelas agroforestales en igual número de familias, de modo que estas igualmente no solo fueron elementos económicos importantes sino que también fueron parte de procesos de cambio social y ambiental, pues generaron en estas comunidades la necesidad de ajustar algunos de sus paradigmas sobre lo que significa producción, y uso del territorio.

Los viveros, luego de 10 años de haberse implementado los modelos agroforestales lograron importantes impactos en la economía de algunas de las familias, especialmente en la producción de frutas que actualmente comercializan, producción de leña y madera, así como de otros productos provenientes del mismo, como es el caso de la producción de esencia de petit-graint (naranja agrio o real (*Citrus Aurantium*)); en el caso de estos modelos implementados, la existencia actual de los mismos, es relativamente alta con más de un 70%; los modelos que no funcionaron se debió al abandono de algunas de estas parcelas por mudanza de las familias y en otros casos simplemente por la incorporación de estas superficies a otros modelos de alta rentabilidad económica al ser vendidas e incorporadas en grandes propiedades.

### **3. Tercer Emprendimiento – Estrategia de conectividad**

Posteriormente, se identificaron nuevos requerimientos y retos en el tema forestal, dado que hasta este momento solo se habían enfocado las actividades a pequeños propietarios, lo que significaba un alto impacto social pero bajo impacto ambiental, dadas las superficies que se lograron hasta ese momento; esto determinó hacer un especial esfuerzo en procesos de restauración forestal dado la creciente fragmentación del paisaje que se tenía en la zona como resultado de las intervenciones que grandes propietarios realizaron en sus propiedades. Ello llevó a establecer que los procesos de restauración deberían ser compartidos en términos de responsabilidad y costos.

En este marco, se comenzó a delinear una estrategia de conectividad, basada en la Visión de Biodiversidad para el Bosque Atlántico Interior, impulsada por WWF. Se identificaron como ejes fundamentales dos remanentes con más de 10.000 hectáreas, uno de ellos perteneciente a la comunidad indígena Chupa Pou, ubicada en el sector oeste de la Reserva de Biosfera y el otro ubicado en la Reserva Natural Privada Morombi, ubicada al Sur, más allá de los límites de la Reserva de Biosfera, con los cuales es altamente funcional lograr y mantener conectividad.

## Criterios de acción

Para el logro de los resultados se incorporaron una serie de criterios que determinan las acciones y actividades, partiendo de un marco flexible que permitió ajustar en los casos que se requieran nuevos criterios. Todas las determinaciones se basaron en criterios técnicos y científicos. Por medio del Sistema de Información Geográfica, se determinaron las áreas prioritarias para la reforestación y las posibilidades reales de establecer corredores de conectividad entre los principales remanentes boscosos. Igualmente, se generaron sistemas de manejo de la información que permitieron hacer un seguimiento histórico-temporal tanto del comportamiento de los grandes propietarios con respecto al manejo de sus áreas como de posibilidades de implementar acciones con los mismos.

Se generó un modelo espacial, en donde fueron consideradas diversas variables, como un instrumento para tomar las mejores decisiones; otro criterio importante fue el uso prioritario de especies nativas, especialmente frutales, pioneras y especies de fácil adaptación a diversas condiciones edáficas. Así mismo, en todos los procesos de reforestación, se implementó un criterio de responsabilidad compartida donde tanto el propietario como la Fundación asumen costos de las acciones, según acuerdos de negociación logrados de forma individual.

Otro de los criterios, fue la aplicación de la normativa ambiental, en términos de apoyar a los propietarios que están dentro de la ley, de forma diferencial respecto con aquellos que no lo están, pero que se quieren adecuar a la misma y han expresado su interés, dado que la legislación paraguaya señala que cualquier área superior a 20 hectáreas debe conservar al menos un 25% de su cobertura boscosa natural; así mismo se priorizó la protección de remanentes boscosos y de cuencas hídricas. Siendo los anteriores, solamente una pequeña muestra de los criterios implementados.

### 3.1. Corredores verdes

La estrategia de conectividad se basó en tres tipos de prácticas. La primera, denominada de Corredores Verdes, la cual se fundó en la identificación de áreas, asociadas a cursos de agua, en los que se deseaba proteger la vegetación circundante, a fin de lograr conectividad entre remanentes forestales y favorecer la circulación de fauna. El corredor fue considerado como una matriz de uso de suelo, y no como una sección rígida de territorio. La estrategia de delimitación de corredores biológicos incluyó el establecimiento coordinado de varias actividades humanas productivas en armonía con la preservación del hábitat, como una alternativa a las amenazas surgidas de la extracción de madera, ganadería y monocultivos, que causan una severa fragmentación del hábitat, dado que muchas de las comunidades asentadas sobre estas zonas tienen limitadas posibilidades económicas. Entre estas actividades establecidas se pueden citar forestación, agricultura orgánica, manejo de suelo y agua. Se consideró muy importante además consolidar el crecimiento económico de las poblaciones adyacentes a fin de disminuir la presión sobre los recursos naturales.

Para lograr que efectivamente lo anterior pudiera ser implementado, se apuntó al área de extensión rural, buscando establecer las bases del desarrollo económico con calidad ambiental en algunos de los asentamientos rurales ubicados en los co-

rredores de conectividad, beneficiando a no menos de 500 familias tanto indígenas como campesinas, muchas de las cuales de forma voluntaria incorporaron como un beneficio adicional, recursos financieros provenientes de un proyecto de micro-crédito solidario.

### **3.2 Unidades de Conservación**

La segunda estrategia de conectividad fue el establecimiento de unidades de conservación privadas en áreas de importancia biológica y que por su ubicación estratégica con relación a los remanentes boscosos, requieren de niveles más altos de protección. Según las características de las propiedades, disposición de sus propietarios y riqueza biológica, se implementan dos figuras de conservación privada:

Una primer figura denominada Contrato Privado de Conservación, estableciendo esta figura con un área privada, formalizada a través de un contrato privado de conservación firmado entre la FMB y los propietarios, e inscrita en el Registro Público de la Propiedad como parte integrante del mismo título de propiedad de las fincas, de forma que cualquier trato que se haga sobre la propiedad de la tierra mantendrá la obligatoriedad de lo acordado.

La segunda figura implementada dentro de las unidades de conservación, fue la de creación de Reservas Naturales Privadas, una figura existente en la legislación nacional, las cuales una vez declaradas por el Estado forman parte integral del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas de Paraguay. Una propiedad privada ubicada estratégicamente en el final del corredor que une el área núcleo de la RBBM con una comunidad indígena; y la creación de una segunda reserva en otra propiedad privada, que protege importantes nacientes de agua que contribuyen al equilibrio de la cuenca, fueron el objeto de esta figura. En ambas propiedades se implementaron trabajos para instaurar cultivos de Yerba Mate bajo monte, con la finalidad de establecer modelos de producción orgánica; dichos proyectos fueron financiados por los propietarios ocupando mano de obra de una comunidad indígena quien, con el apoyo del sector privado desarrollaron habilidades para el cultivo y procesamiento de este producto.

### **3.3 Restauración de paisaje forestal**

La tercer estrategia consistió en la Restauración de Paisaje Forestal, a través de un modelo de reforestación de responsabilidad compartida, donde el trabajo se implementó en tres propiedades dedicadas a la producción agropecuaria con énfasis en la ganadería extensiva y el monocultivo agrícola, procesos que generan fuerte presión sobre el recurso edáfico e hídrico. El proyecto fue un modelo piloto de 50 hectáreas de reforestación en cada propiedad, el que podrá ser ampliado a una cobertura mayor, previa evaluación de las partes.

La restauración se realizó con 16 especies nativas, entre las cuales se encuentran frutales, pioneras y especies de fácil adaptación a diversas condiciones edáficas. Se puso especial atención en combinar, especies de reconocido uso por animales frugívoros, especies pioneras y especies de rápido desarrollo; basados en estos criterios y la disponibilidad de mudas en viveros comerciales comunitarios o la viabilidad de

producción de las mismas en corto tiempo.

El proyecto de restauración de responsabilidad compartida partió de la base del co-financiamiento de las tareas. La diversidad de características de las propiedades y de la visión, objetivos y grado de compromiso de sus propietarios y administradores, hicieron que en cada lugar se adoptaran modelos particulares, obligando al propietario al culminar el proceso de reforestación, a realizar mantenimiento de las áreas forestadas; los árboles no se podrán cosechar para fines madereros, pero si podrán ser utilizados como proveedores de productos forestales no maderables, como por ejemplo, forraje, leña y frutos, entre otros.

A propósito, se seleccionaron tres tipos de propiedades con diferentes niveles de manejo para la implementación del proceso de restauración del paisaje:

**3.3.1.** Estancias sin mayor tecnología o manejo, generalmente antiguos propietarios paraguayos de las tierras que centran su negocio en ganadería, y que décadas atrás hicieron explotaciones fuertes del bosque, especialmente de algunas pocas especies madereras con buen valor comercial. Sobre estas áreas, hacían grandes quemas con el resto de las maderas para "limpiar" estas áreas con el objeto de establecer pasturas exóticas con el fin de criar ganado de modo extensivo y bajas densidades; y donde procesos de mejora tecnológica o aún mejora genética de los animales no se dieron o fueron muy incipientes. En los últimos años y dado el boom de algunos cultivos intensivos, en algunos casos están haciendo la reconversión de algunas pasturas a cultivos extensivos mecanizados especialmente del complejo soja-maíz. Muchos de los mismos, simplemente han dado en arriendo grandes zonas para uso agrícola.

**3.3.2.** Un segundo grupo puede ser caracterizado, por estancias familiares tecnificadas, generalmente de propietarios brasileiros con importantes capitales, que invirtieron en la zona dado que años atrás tenían ventajas competitivas en precios bajos con relación a Brasil, menores requerimientos legales o menor rigor en la aplicación de la ley, ventajas financieras con el cambio de divisas, dada la relación de cambio entre Real y Guaraní; y una visión más empresarial que no tenían sus antiguos propietarios. Este grupo generalmente ausentista (solo hacen presencia de forma fortuita), compró grandes áreas en las que aumento la productividad especialmente ganadera de las mismas con pequeñas inversiones, donde tienen una o dos personas contratadas como responsables, y se desplazan constantemente entre sus propiedades en Brasil y hacen esporádicas visitas a sus propiedades en Paraguay; en este grupo una buena cantidad de los mismos igualmente inicio procesos de reconversión de sus pasturas a actividades agrícolas extensivas de una forma más agresiva que el grupo anterior.

**3.3.3.** Finalmente, un tercer grupo que puede ser caracterizado por propietarios generalmente también extranjeros, con una total y fuerte visión comercial formando conglomerados o empresas agrícolas-pecuarias, quienes pueden ser considerados los más recientes en el área, pero que han tenido uno de los más dinámicos impactos dado que han implementado fuertes cambios tecnológicos y grandes inversiones de infraestructura y han sido los principales impulsores de la reconversión de estable-

cimientos ganaderos en agrícolas extensivos mecanizados, donde la actividad ganadera en algunos casos se mantiene con altos estándares de manejo en los animales y mejoras importantes en pasturas entre otras cosas. Mantienen muy poco personal como parte de sus funcionarios y tercerizan con empresas muchos de los servicios que requieren.

Es importante señalar que en todos los casos, para las intervenciones de restauración se priorizó la contratación de mano de obra local, así como la compra de los insumos que provenían del área, de manera que la inversión de los propietarios e institucional tuvo impacto económico en las comunidades.

La totalidad de esta intervención estuvo acompañada de diversas investigaciones, desarrolladas algunas como tesis por estudiantes universitarios entre las que destaca la evaluación de Propagación vegetativa por estacas de tallo en tres especies pioneras. La utilización del banco de germoplasma autóctono para la producción de plantines en trabajos de reforestación y el Estudio de la Estructura del Bosque Primario y Bosque Secundario en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú.

Como lección del proceso, se pudo determinar la necesidad de tener definiciones previas pero flexibles de los criterios a ser manejados como parte de las tres estrategias implementadas, permitiendo la obtención de resultados en escalas de espacio y tiempo complementarias (acciones que van desde pequeñas parcelas con menos de una hectárea hasta cientos de hectáreas; en escalas de tiempo que van desde meses hasta varias décadas).

Igualmente, se pudo evidenciar la necesidad de individualizar a los actores locales y generar iniciativas acordes con los requerimientos de cada uno de los mismos, respondiendo a las circunstancias y la demanda social; por lo que se requirió de constantes innovaciones.

### 3.4 Lecciones

Como resultado de este emprendimiento se logró consolidar 178 hectáreas en corredores, conservar 1.150 hectáreas bajo la figura de contratos privados de conservación, y 3.500 hectáreas bajo la figura de Reservas Naturales Privadas, y 200 hectáreas bajo la figura de restauración del paisaje forestal.

En el marco de esta intervención, los resultados sociales fueron diversos destacándose, la generación de empleo en indígenas y campesinos, la realización de programas de capacitación en viverismo, especialmente con jóvenes como una forma de evitar la migración, la implementación de campañas por medios de comunicación masiva especialmente en Guaraní, la participación activa de comunidades urbanas al involucrarse con el apoyo de instancias locales en temas de ornato de escuelas, calles y plazas. Aumento en la conciencia ambiental al conseguir que sean las mismas comunidades que exijan al Estado el control en temas de cumplimiento de leyes ambientales, mediante un trabajo de consolidación e involucramiento del Comité de Gestión de la Reserva de Biosfera, como una forma en que las mismas comunidades y autoridades locales ejercen los principios de autogestión, descentralización y participación con equidad.

En el área ambiental, se lograron importantes resultados al lograr el uso de al menos 16 especies nativas, muchas de las cuales históricamente han sido poco integradas

a la recuperación de espacios, dado el poco valor económico de algunas de ellas.

Se desarrollaron algunos trabajos de investigación y tesis sobre especies nativas pioneras del bosque, aspecto que ha sido poco estudiado, dado que no son comercialmente interesantes; a la par, se logró el desarrollo de investigaciones sobre banco de semillas como una forma de obtener información básica sobre mecanismos y procesos de recomposición del paisaje y recuperación de lugares altamente degradados.

Igualmente, se logró la instalación de parcelas permanentes para monitoreo de la dinámica propia de este ecosistema, y el enriquecimiento de parcelas de bosque con Yerba Mate, logrando un valor agregado a la conservación, lo que ha sido definitivo para que algunas áreas se conserven al incorporar un producto de valor económico interesante para los propietarios en el mediano y largo plazo; adicionalmente, se logró la protección de cursos de agua y la estabilización de laderas.

En el área social, un importante grupo de personas se capacitó en temas relacionados con acciones forestales; se tuvieron significativos incrementos en el capital de algunas familias campesinas e indígenas por empleo en tareas relacionadas con reforestación, recomposición y enriquecimiento del bosque, así como un aumento de recursos económicos por parte de las comunidades. Se logró la generación de fuentes de trabajo temporales y adicionales a los regulares, igualmente se logró que el recurso agua fuera visto como un bien de capital por parte de algunos grandes propietarios, al ver las ventajas de las acciones de conservación del bosque y los servicios generados por el mismo, especialmente en la cría de ganado.

#### **4. Cuarto Emprendimiento - sistemas agroforestales**

Con el objeto de seguir implementando acciones centradas principalmente en mantener la interconectividad de los bosques y en especial con los relacionados a la conectividad y funcionalidad de los cuerpos de agua y su protección, se desarrollaron nuevas actividades especialmente relacionadas con el diseño e implementación de sistemas agroforestales en pequeñas fincas.

En un inicio, basados en el diagnóstico de áreas prioritarias y la experiencia acumulada de las anteriores fases, se determinó trabajar en la protección de nacientes y cuerpos de agua con modelos forestales productivos hasta lograr una superficie de 100 hectáreas restauradas en áreas asociadas a cursos de agua. Para esto se trabajó en un modelo de contrapartidas por parte de los pequeños productores acorde a un contrato, donde adicionalmente a la dotación de las plántulas y un cercano acompañamiento a los mismos por parte de un equipo de técnicos del área institucional de desarrollo rural, estos se comprometieron a proporcionar la mano de obra necesaria, así como el implementar las actividades acordadas con ellos, especialmente en el tema de conservación y protección de cuerpos de agua.

Como producto de este emprendimiento se logró que 80 pequeños propietarios, implementaran sistemas silvo-agro-forestales alcanzando las 100 hectáreas, pero especialmente que entendieran las ventajas de este tipo de sistema y que se comprometieran en el manejo de los mismos, actualmente algunos han ampliado las áreas de ejecución de este tipo de sistema, dadas las ventajas que han podido detectar.

Durante el año 2007, se produjeron grandes incendios en todo el Paraguay, que afectaron algunas áreas de la RBBM, desde esa fecha y paralelamente a lo anterior, se han implementado una serie de acciones relacionadas con el fuego y su impacto en los bosques, se han evaluado los efectos del fuego en la RNBM, se ha hecho el monitoreo de algunas de las áreas incendiadas e implementado un estudio de los procesos de regeneración de zonas boscosas que han sido afectadas por los Incendios; todo esto como parte de las acciones consideradas claves para la conservación del servicio ecosistémico que prestan directamente los bosques a las comunidades.

## 5. Actual Emprendimiento

En la actualidad (2009), se está desarrollando un vivero forestal tecnificado y con una alta capacidad productiva, por parte del Centro Educativo para el Desarrollo Sostenible Mbaracayu, unidad autosuficiente de formación integral, que busca ser líder en excelencia e innovación, transformando a jóvenes mujeres rurales (campesinas e indígenas) en emprendedoras del desarrollo sostenible y protagonistas activas de la mejora de la calidad de vida de sus comunidades; dicho establecimiento es impulsando por la FMB. La mayor cantidad de las semillas de nativas provienen de un proyecto de banco de germoplasma forestal que es implementado por la gerencia de investigación y proporciona el área núcleo de la RB.

En el centro educativo, las alumnas están capacitándose en metodologías y el manejo de recursos naturales, incluyendo el manejo de viveros, entre otras facetas del tema forestal; con este nuevo emprendimiento, se espera lograr facilitar mudas forestales de calidad y bajo costo para las personas que tengan que mitigar los impactos ambientales, especialmente para aquellos que tienen pasivos ambientales y que se están adecuando a la ley, como producto del trabajo que se desarrolla en ese sentido por el Comité de Gestión de la Reserva de Biosfera y la FMB ante la Fiscalía del Ambiente y la Secretaría del Medio Ambiente.

Se aguarda que las egresadas generen diversas empresas dado que el énfasis en la formación no está dado exclusivamente en la parte ambiental sino que igualmente el tema del emprendimiento rural es considerado fundamental en su formación. Por lo tanto, en menos de cuatro años una buena cantidad de las egresadas no solo habrán implementado negocios relacionados con el tema forestal, dada la demanda que se tiene prevista, sino que poseerán una fuerte influencia en sus comunidades al ser no solo capacitadas en conocimientos teórico-prácticos sino que igualmente ya habrán desarrollado algunas habilidades de liderazgo, hecho que tendrá que ser evaluado y monitoreado en su debido momento.

Paralelamente, se están finiquitando los requerimientos para firmar un convenio con una facultad de Ingeniería Forestal, de forma de convertir en permanentes algunas parcelas estudiadas años atrás como parte de diversas investigaciones y que regularmente sus estudiantes hagan el monitoreo de las mismas, de forma a proporcionar nueva información que será incorporada para tratar de entender mejor el servicio ecosistémico que presta el bosque.

## Conclusiones

Recurrentemente, vemos como la mayor cantidad de aproximaciones a la temática de los Servicios Ecosistémicos, se realizan desde los aspectos ambientales y limitadamente sobre los sociales y culturales; sin embargo si presuponemos que estos pueden ser considerados como indicadores de la calidad o capacidad de un ecosistema para la provisión de un beneficio específico a un actor social determinado, tiene una importancia fundamental abordarlos desde la problemática de deterioro y sostenibilidad de los mismos.

En la RBBMb, una gran cantidad de las comunidades (indígenas y campesinas) reciben diversos beneficios de los Servicios Ecosistémicos proporcionados por la foresta, por lo que evitar su declinación y suministrar condiciones de sostenibilidad debe ser una prioridad; con tal fin se han desarrollado diversos modelos de intervención que responden a momentos socioculturales, y que han generado beneficios y lecciones aprendidas; es por lo tanto fundamental, seguir monitoreando los resultados logrados y apuntalar nuevas acciones con el objeto de detener el retroceso de estos servicios.

En el área, los bosques y todo lo relacionado en el tema forestal, simplemente es visto como una fuente de madera con diversas utilidades limitándose a un servicio ecosistémico de aprovisionamiento, pero no se aprecian suficientemente temas de servicios de regulación, culturales y de soporte que son previstos por estos, pues la percepción de muchas comunidades se limita simplemente a reconocer los servicios de intercambio que son establecidos por lo mercados. Es por lo tanto fundamental impulsar la implementación del pago por servicios ambientales con propietarios dentro del área como una forma de disminuir la presión que se tiene sobre este recurso, así como mejorar los procesos de educación con los mismos, hecho que se espera será asumido por las estudiantes del colegio técnico en actual fase de implementación.

## Bibliografía

Bartrina, L. 2007. Contexto Geográfico General. En pp.: (25-32) Salas, D; Facetti, J.(ed) Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades. Fundación Moisés Bertoni, USAID, GEF/BM. Asunción p.255

Fleytas, M. 2007. Cambios en el Paisaje, evolución de la cobertura vegetal en la Región Oriental del Paraguay. En pp.: (77-87) Salas, D; Facetti, J.(ed) Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades. Fundación Moisés Bertoni, USAID, GEF/BM. Asunción p.255

FMB/BM. 2005. Reserva Natural del Bosque Mbaracayú. Plan de Manejo 2005 – 2010. Asunción, Paraguay: Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza (FMB), Banco Mundial (BM).

Mereles, F.2007. La Diversidad Vegetal en el Paraguay. En pp.: (89-105) Salas, D; Facetti, J.(ed) Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades. Fun-

dación Moisés Bertoni, USAID, GEF/BM. Asunción p.255

Quétier, F; Tapella, E; Conti, G; Cáceres, D; Díaz S. 2007. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. En Gaceta Ecológica. Número especial 84-85 (2007): 17-26 Instituto Nacional de Ecología. México. Pdf.11p.

# Los Paisajes Culturales Andinos. Lecciones milenarias para potenciar los servicios ambientales e impulsar el desarrollo de la Red de Reservas de Biosfera en el Perú

LUIS ALFARO LOZANO

## Resumen

El marco conceptual para dar una respuesta al diseño de una red de Áreas Naturales Protegidas ANP, se basa en lo que se denomina enfoque por ecosistemas o enfoque ecosistémico definido en el Convenio de Diversidad Biológica.

En el marco de la actualización de la estrategia nacional de las áreas naturales protegidas, denominada en el Perú, Plan Director, se ha constatado que el diseño de nuestro sistema nacional, SINANPE, ha tenido deficiencias en aspectos como: (1) Sub-representación de paisajes usados por el hombre; (2) falta de estudios de representatividad y de criterios comunes para definirla; (3) diseños inadecuados de áreas protegidas individuales; (4) tamaños/conectividad insuficientes para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables.

En el primer aspecto se explica por un enfoque que priorizó la protección de los ámbitos de carácter “salvaje”, es decir con la menor intervención de los seres huma-



lalfaro@sernanp.gov.pe  
Jefe del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SERNANP-Perú

nos. Esto es atendible si consideramos la urgente necesidad de mantener la condición natural de espacios lo más amplios posibles, a fin de que los ecosistemas puedan seguir sustentando la vida y seguir brindando sus bienes y servicios ambientales a la humanidad, en particular en sitios de alta biodiversidad. Sin embargo esto no es suficiente ya que existen paisajes “humanizados” de alto valor para la conservación de la diversidad biológica.

Sin duda es el caso de los paisajes andinos, que no son otra cosa que el resultado de la extraordinaria respuesta del hombre a su entorno y sin duda una experiencia exitosa de ordenamiento del territorio, por ello las Reservas de Biosfera y las categorías de UICN como paisaje protegido (V) son particularmente útiles para la planificación de redes de conservación andinas.

Los paisajes que vemos hoy, es el resultado de un enfoque del manejo del territorio desde sus particularidades, integrando “parches” bajo una lógica de aprovechamiento de la diversidad y complementariedad de los ecosistemas. El paisaje integra un conjunto de “archipiélagos” que a pesar de la fragmentación y su carácter vulnerable sustentó importantes poblaciones en lo que ahora denominaríamos zonas inhóspitas como la puna (Murra 1985).

En muchos casos las Reservas de Biosfera, dado su enfoque integrador y amigable con los distintos modelos de gobernabilidad y gobernanza, pueden ser la respuesta más adecuada a este fin.

## El modelo de gestión del territorio en el mundo andino

“Como hay un idioma materno que te enseña a nombrar las cosas, hay un paisaje materno, con el que aprendes a ver el mundo...”

Julio Llamazares

Parafraseando a Eduardo Gudynas (2003), la naturaleza y por extensión el paisaje es “una creación social, distinta en cada momento histórico, cambiante de acuerdo a cómo los hombres se vinculan con su entorno” y particularmente en lo referido

a Andino América, son “autores ecológicos de la naturaleza” al haber intervenido en la configuración de los ecosistemas, domesticado plantas y animales y moldeado el paisaje.



Así por ejemplo, “la vegetación originaria en las zonas de alta montaña combinaba praderas de pasto nativo con bosques de altura extensos que a lo largo de más de 10,000 años han sido alterados por las quemas, por la domesticación de camélidos, la explotación de los bosques y la introducción de nuevos animales y prácticas de manejo de los pastos nativos traídos de

Europa” (TMI 2003).

Es claro que separar el paisaje natural del cultural, sobre todo en la región andina, implica dividir artificialmente lo que está indisolublemente ligado. Una respuesta adecuada para la gestión sostenible de estos paisajes, implica entender que las culturas andinas lograron una exitosa adaptación cultural a un entorno diverso y vulnerable, mediante una concepción del paisaje, que integraba “parches” o “archipiélagos” (Murra 1985) y hacía complementarios los aportes de recursos provenientes de la rica diversidad de ecosistemas.

En este concepto, la integración implica conectividad, no sólo agrupamiento. La complementariedad entre archipiélagos era necesaria para aprovechar la gran diversidad de ecosistemas. Según Espinoza (1997), ya desde la época del paleolítico los cazadores seguían las manadas que se desplazaban desde la puna hacia las lomas costeras durante el invierno del hemisferio sur, época seca en los Andes.

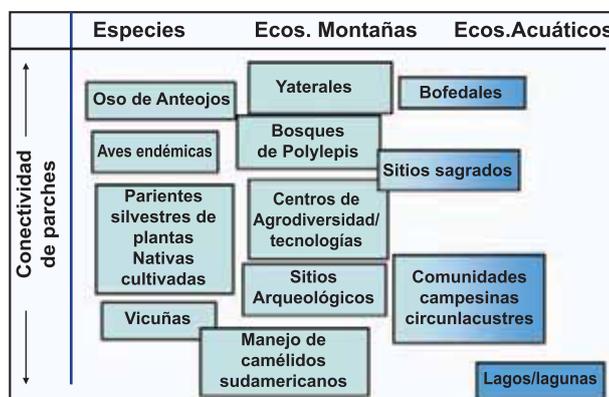
La transhumancia evolucionó al manejo de ganado doméstico, hecho que ocurre hasta nuestros días como se puede apreciar por ejemplo a unos 100 km al norte de Lima, Perú. Espinoza en la obra citada, denominó a las lomas costeras, “los primeros enclaves ecológicos de las tierras altas”.

Asimismo, Espinoza menciona que la transhumancia era uno de los mecanismos de complementariedad ecológica; otro era el control directo de chacras enclavadas en diferentes pisos ecológicos y por último el intercambio interecológico de productos. Desde esta óptica podemos vislumbrar diferentes escalas de manejo del territorio que conectaban distintos paisajes y ecosistemas al interior de unidades paisajísticas.

En el mundo andino la complementariedad implicaba reciprocidad, que como dice Rostworowski (1999) “actuó como un eslabón entre los diversos modelos de organizaciones económicas presentes en un amplio territorio”. Un ejemplo dado por la autora de la Historia del Tahuantinsuyo, al referirse a la minka, cita a Gonzales Holguín (1952) para decir que es una palabra cuyo verbo, minccacuni significa “rogar a alguno que me ayude prometiéndole algo”.

A una escala mayor y de acuerdo con Morris y Thompson (1985), los centros administrativos instalados por los incas tenían como una de sus funciones principales “congregar a los jefes étnicos comarcanos a renovar sus alianzas de reciprocidad con el soberano”. Para los autores el énfasis de estos centros no era su función militar sino ceremonial.

Estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta para la planificación de la red de conservación andina, más aún si se busca, mediante el concepto de gestión del territorio asociado a las Reservas de Biosfera, generar un proceso de apropiación por parte de las comunidades de un compromiso nacional de carácter internacional como el



que nos ocupa.

Sin duda ello requiere rescatar la conexión entre los archipiélagos o “parches” de diversidad natural y cultural mediante un proceso vivo que conecte gente con gente (Figura 2).

Otro aspecto central a considerar en la valoración del paisaje, es lo que afirma Recharte en UNESCO (2002): “los paisajes de valor extraordinario suelen asociarse con procesos de construcción de identidades locales, regionales o nacionales”.

Un ejemplo interesante de este aspecto, podemos verlo en el Cuadro 1, que contiene un extracto del expediente técnico justificatorio de la propuesta de la Comunidad Campesina de Huayllapa para que sus tierras comunales sean reconocidas por el Estado como el Área de Conservación Privada Huayhuash – Huayllapa. Lo importante de estas iniciativas es que acercan los intereses de carácter local con las preocupaciones de carácter internacional sobre la conservación de espacios de alto valor paisajístico como Huayhuash.

Por estas razones proponemos recuperar esta concepción del paisaje que conecta “archipiélagos”, es decir: recursos naturales, diversidad biológica, conocimientos, cultura, pasado y presente. Si bien este concepto tiene un fuerte componente de escala local, esto no implica su desarticulación a una propuesta sistémica de articulación a espacios mayores de conservación de la diversidad biológica, es más, para su desarrollo se requiere conectar las diversas escalas de la planificación del territorio.

Nótese que si articulamos estos espacios con el propósito de conservar diversidad biológica, promover el desarrollo económico y humano de estas zonas, la investigación, la educación y el intercambio de información. En resumen estamos hablando nada menos que de las Reservas de Biosfera, con la particularidad que para su diseño se deberían considerar las siguientes características:

1. Valor para la conservación de la naturaleza a nivel de funciones ecológicas y biodiversidad y por sus oportunidades para aportar conocimiento a la sociedad.
2. Salud de los ecosistemas
3. Valores que posibiliten la recreación, el turismo, la educación
4. Extensión que permita una gestión que asegure su integridad a largo plazo (articulación en el paisaje de “parches” de alto valor para la conservación)
5. Potencial de recuperación
6. Legitimidad social sobre la base de relaciones mutuamente beneficiosas entre las medidas de conservación y actividades económicas de las comunidades.

El desarrollo de una red de estas características, es una oportunidad extraordinaria para articular las estrategias de conservación de la diversidad biológica con las estrategias de desarrollo, de tal modo que se pueda enfrentar las causas subyacentes a la pérdida de diversidad biológica, internalizar las externalidades de los procesos productivos y tomar en cuenta los costos ambientales y sociales que estos procesos producen (Gudynas, 2003).

Nuestra propuesta busca integrar en el análisis, los objetos focales de carácter cultural con los objetos focales de carácter natural, pero también sus interacciones, tanto entre sus componentes como su vínculo con otros archipiélagos a una escala

geográfica más amplia asociadas a mosaicos de conservación.

Algunos objetos de conservación que pueden ser un punto de partida para el análisis desde el punto de vista natural, que fácilmente puede ser correlacionado con prácticas tradicionales compatibles con la conservación de ecosistemas de importancia regional. Un ejemplo es la propuesta de conservación de bosques de montaña que constituyen verdaderos “refugios de biodiversidad” (Recharte et.al. 2003), referida al caso específico de los queñuales (*Polylepis* sp), que se encuentran “salpicados en el paisaje de puna” (Cuadro 2).

Los bosques de *Polylepis* coinciden con centros principales de endemismos, que además de su valor intrínseco con una adecuada planificación, es fuente potencial de ingresos económicos para las comunidades dado que ofrece oportunidades de diversificación de las actividades turísticas, particularmente si consideramos para el caso peruano que el 60% de las tierras altas son propiedad de las comunidades campesinas (Recharte et.al. 2003).

La ubicación actual de estos bosques es de origen humano, que hizo una extensa transformación de bosques a pasturas. Nuevamente nos encontramos con el hecho de que no podemos plantear la conservación de estos bosques sin el concurso de las comunidades campesinas involucradas.

#### **Cuadro 2**

*Los bosques juegan un rol importante en el mantenimiento de la estabilidad de los sistemas de montaña. Los bosques son vitales para la conservación del agua pues interceptan y almacenan el agua de lluvia, de niebla y la nieve, liberándola lentamente.*

*De esta manera ayudan indirectamente a la conservación del suelo. También almacenan carbono en el suelo orgánico de su sotobosque, rico en nutrientes que luego son liberados hacia las partes más bajas beneficiando así a las pasturas y los bofedales.*

*Para los campesinos de las alturas, los bosques son la fuente más importante de leña y plantas medicinales. Estos bosques, posiblemente los que crecen a más altura sobre el nivel del mar en el mundo, son una fuente invaluable de biodiversidad. Lamentablemente hay una fuerte dinámica de competencia entre el uso para ganadería y los otros usos directos del bosque que los han reducido a cerca de 2 % de su extensión original en el Perú.*

*Fjeldsa et. al 1996*

## **La apropiación de la red de conservación por parte de las comunidades locales como instrumento de conservación de nuestro patrimonio natural y cultural**

Los ecosistemas de montañas han venido sufriendo un franco proceso de fragmentación que amenaza las posibilidades de que estos ecosistemas a largo plazo, sigan sustentando los procesos que sostienen los bienes y servicios que brindan a la sociedad. Casi toda la bibliografía sobre el particular coincide en los siguientes aspectos principales.

Amenazas a los ecosistemas frágiles de montañas: Procesos erosivos, sobre utilización del suelo, prácticas inadecuadas, deforestación, sobrepastoreo, extinción de especies, introducción de especies exóticas, creciente demanda de agua de las partes bajas de las cuencas, pobreza y marginalidad, agricultura sin rentabilidad.

Problemas asociados a los ecosistemas lacustres (humedales) de montañas: Contaminación de ecosistemas lacustres por fuentes urbanas y actividades mineras e industriales, pérdida de flora y fauna, pérdida acelerada de especies nativas de peces, falta de servicios de saneamiento básico, pobreza.

Para enfrentar conjuntamente estas amenazas es necesario articular el enfoque “conservacionista” con el enfoque “local” en la identificación de prioridades de conservación. En el Cuadro 3 hemos intentado resumir lo que podríamos identificar como los principales puntos cruciales de contacto para ser tomados en cuenta en el desarrollo de un modelo de gestión compartida que aproxime ambos enfoques.

**Cuadro 3**

Enfoques de gestión del patrimonio natural

	<b>Desde la ciencia de la conservación</b>	<b>Desde las comunidades locales</b>
<b>Valoración de la diversidad biológica</b>	En base a especies raras endémicas o carismáticas	En base a especies que brindan beneficios ( algunas especies en algunos casos pueden ser consideradas una amenaza)
<b>Visión</b>	Mantenimiento de la integridad ecológica sobre la base de criterios científicos	Mantenimiento de los valores naturales y culturales basados en criterios locales
<b>Objetivo principal</b>	Preservación del patrimonio para las futuras generaciones	Mantenimiento del presente y futuro uso del patrimonio
<b>Enfoque</b>	Conservación in situ mediante la limitación y/o prohibición de determinados usos	Uso controlado y eventual domesticación
<b>Usuarios</b>	Presentes y futuras generaciones, principalmente externas al bien	Presentes y futuras generaciones vinculadas al bien
<b>Especies silvestres y domesticadas</b>	Tratadas diferenciadamente	Formando un continuo

## Manteniendo los servicios ambientales

El objetivo del mantenimiento de las funciones de los ecosistemas que sustentan los servicios ambientales necesariamente debe, desde el enfoque ecosistémico, articular los diversos roles de los actores vinculados a las diversas escalas en que estos servicios se proporcionan.

Una propuesta de reciprocidad y complementariedad ecológica requiere a la vez de una visión sistémica. La experiencia muestra que cuando sólo consideramos las

áreas protegidas y no su articulación a territorios más amplios, se pierde la noción de manejo integral del territorio. El concepto de las Reservas de Biosfera hoy resulta cada vez más actual.

Lo que queremos indicar con esto es que muchas veces los actores locales no llegan a integrarse a una visión común respecto de los actores de las otras escalas (regionales, nacionales), tal vez debido a que los procesos de diseño de los sistemas de áreas naturales protegidas no han promovido o no han entendido que debe fortalecerse su articulación desde la óptica del ordenamiento territorial, que es necesario comprender la necesidad de desarrollar “desde abajo” redes de ANP que conformen sistemas mutuamente complementarios y robustos en la lógica de las Reservas de Biosfera.

Como ya hemos señalado en anteriores oportunidades, dada la existencia de una creciente transferencia de responsabilidades y decisiones a los gobiernos locales en muchos países de la región, es un momento histórico desde la óptica del ordenamiento del territorio, incorporar enfoques ecosistémicos. La descentralización no debe significar fragmentación de la gestión del territorio.

Los responsables de la gestión de las áreas naturales protegidas, como de los Comités de Coordinación de las Reservas de Biosfera, deben tener las capacidades suficientes para influenciar en las estructuras donde se definen los planes de ordenamiento del territorio. Desarrollar una red de conservación apoyada por las comunidades implica esencialmente una propuesta de ordenamiento del territorio que permita articular los componentes del paisaje con fines de conservación, Figura 4.

Nótese la gran similitud con el concepto de Reservas de Biosfera de la UNESCO; las prioridades de conservación coincidirían con los núcleos, los espacios intermedios vendrían a ser la zona de amortiguamiento y tal vez las zonas de transición podrían articular las relaciones entre las unidades de paisaje.

## Beneficios del enfoque

Desde el punto de vista de quienes trabajamos en conservación las áreas naturales protegidas por sí solas no son suficientes para conservar la diversidad biológica en el futuro.

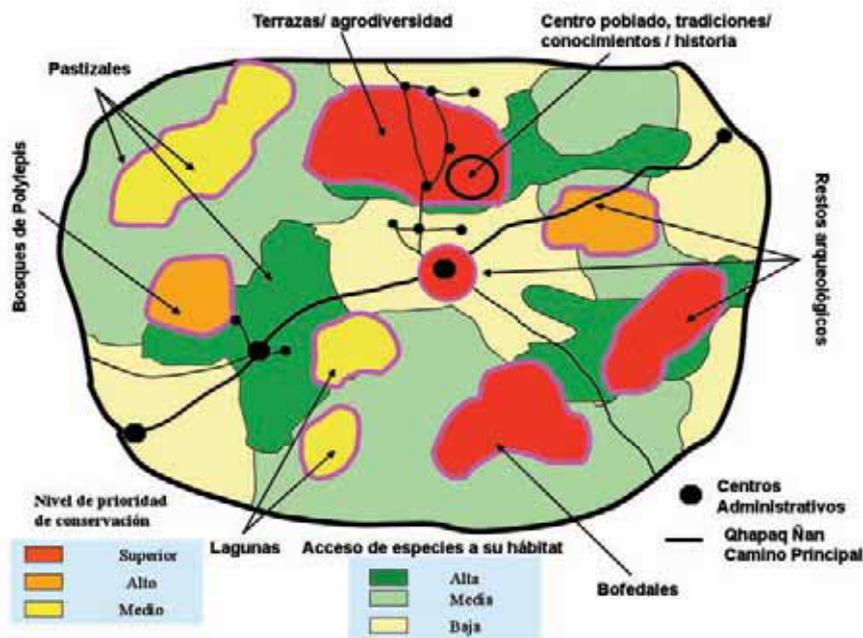
El objetivo 1.2 del Plan de Trabajo del Convenio de Diversidad Biológica nos plantea integrar las áreas protegidas en los paisajes terrestres y marinos más amplios de manera a mantener la estructura y las funciones ecológicas.

Se plantea como meta para el 2015, que todas las áreas protegidas y sistemas de áreas protegidas estén integrados en paisajes terrestres y marinos más amplios, aplicando el enfoque por ecosistemas teniendo en cuenta la conectividad ecológica y el concepto, cuando proceda, de redes ecológicas.

Sin duda la aproximación desde las Reservas de Biosfera es sumamente amigable con estos conceptos y más proclive a otro aspecto central de dicho programa de trabajo respecto de diversificar las modalidades de gobernanza en los sistemas nacionales de áreas naturales protegidas. Ello permitirá contribuir a:

- La conservación de las especies
- Las medidas para adaptarnos al cambio climático y fortalecer la capacidad de resiliencia de los ecosistemas

- Manejo de los procesos ecológicos en grandes escalas
- Asegurar la provisión de los servicios de los sistemas ecológicos
- Abordar las causas subyacentes al cambio climático
- Fortalecer nuestras relaciones con otros sectores
- Generar una opinión pública que de un amplio respaldo a las áreas naturales protegidas



## Conclusiones

Los paisajes que vemos hoy, es el resultado de un enfoque del manejo del territorio desde sus particularidades, integrando “parches” bajo una lógica de aprovechamiento de la diversidad y complementariedad de los ecosistemas. El paisaje integra un conjunto de “archipiélagos” que a pesar de la fragmentación y su carácter vulnerable sustentó importantes poblaciones en lo que ahora denominaríamos zonas inhóspitas como la puna (Murra 1985).

Nuestra experiencia por lo menos en lo que se refiere al mundo andino es que el modelo de gestión del territorio asociado a la conservación y su articulación al desarrollo, se debe basar en 11 consideraciones que se detallan a continuación:

1. En el mundo andino la conservación del paisaje y de los valores culturales asociados es un elemento fundamental junto al tradicional enfoque de conservación de la diversidad biológica, para establecer alianzas sostenibles en el tiempo. La identificación de las prioridades de conservación en forma participativa es el núcleo del enfoque.

2. Se debe considerar en este contexto que el paisaje es algo vivo y el patrimonio

se sigue construyendo en el tiempo (valorando el pasado, pero con la mirada puesta en el presente y el futuro).

3. Si partimos del hecho que no hay paisaje sin los actores que lo mantienen vivo, es evidente que quienes lo habitan debe tener un rol protagónico en su administración.

4. El reconocimiento de que las comunidades locales desempeñan un papel importante para salvaguardar las prioridades de conservación, implica a su vez comprender que éstas deben ser las principales beneficiarias de la gestión sostenible del paisaje. Generalmente los costos de oportunidad no han sido considerados en el establecimiento de las áreas protegidas.

5. La participación no es tal si no es institucionalizada. La autoridad debe desarrollar instrumentos que permitan formalizar los acuerdos para la gestión compartida del paisaje, en el marco del respeto a la pluralidad de culturas.

6. La toma de decisiones frente a conflictos entre las prioridades de conservación (objetivos de la gestión) e intereses particulares, debe considerar el respeto a los objetivos de conservación identificados participativamente como prioritarios, es decir a aquellos que son la razón de ser del área.

7. El modelo de gestión está íntimamente vinculado a las prioridades de conservación y a la planificación. El plan representa formalmente un acuerdo de las partes que faculta y legitima las acciones de la administración del sitio.

8. Esta legitimidad sustenta el ejercicio del principio de autoridad sobre la base de la identificación de deberes y derechos en la gestión y en particular los compromisos necesarios para la viabilidad de largo plazo del área. La vocación de permanencia es fundamental y ello implica sostenibilidad para el cumplimiento de los compromisos para el manejo.

9. Es necesario considerar dentro de estos compromisos el financiamiento necesario para su cumplimiento para lo cual es necesario establecer procedimientos para asegurar que los fondos públicos, privados y voluntarios y otros recursos se usen teniendo debida cuenta de la economía, la eficiencia y la eficacia. Toda adopción de decisiones relativas al uso de los recursos debe ser transparente y dispuesta a rendir cuentas.

10. La gestión debe ser flexible y adaptativa, esto es esencial para la viabilidad a largo plazo del paisaje. El éxito de la gestión debe medirse en términos ambientales y sociales. En la aplicación de las medidas relativas al cumplimiento de los objetivos de conservación es fundamental considerar el bienestar social y económico y la calidad de vida de la población local y otras comunidades.

11. El modelo de gestión del territorio es compatible con el modelo propuesto

para las Reservas de Biosfera, al desarrollar una propuesta que puede ser entendida como la articulación de parches o archipiélagos mutuamente complementarios, sobre las que se establecen relaciones de reciprocidad.

Por ello, nuestra propuesta no está centrada en una categoría determinada o el descarte de alguna, sino en un sistema con distintos niveles de gestión, construido considerando las distintas escalas de trabajo de la conservación de la diversidad biológica y las formas organizativas más adecuadas para su factibilidad social. En muchos casos las Reservas de Biosfera pueden ser la respuesta más adecuada a este fin, dada que es:

- a) Un concepto integrador que asocia gobernabilidad y gobernanza
- b) Un marco para el diseño desde “abajo”, la construcción con legitimidad la gestión del territorio.
- c) Una oportunidad para implementar estrategias de conservación ecorregional.
- d) Una oportunidad para la planificación de sitios específicos como unidades de la red focalizando la negociación de la retribución de los bienes y servicios ambientales que ofrecen a la sociedad los ecosistemas asociados.

Por estas razones proponemos recuperar esta concepción de la gestión del territorio que conecta “archipiélagos”, es decir: recursos naturales, diversidad biológica, conocimientos, cultura, pasado y presente. La base de esta propuesta radica en lo que los estudiosos del mundo andino denominan el control de las potencialidades por los diferentes niveles de la escala ecológica, el manejo del agua y el uso de los pisos ecológicos asociados. (Sperandeo Sebastiano 2001)

La experiencia realizada definitivamente es buena y amerita el desarrollo de esfuerzos como el que se hace en esta publicación, cuyo fin es aportar a la necesaria reflexión sobre lo que hemos aprendido y para la definición de acciones futuras para fortalecer los espacios de participación, que en el caso de algunas áreas protegidas del Perú, ya tienen vida propia.

## Bibliografía

CDC-UNALM. 2003. “Catalizando acciones de conservación en América Latina. Identificación de sitios prioritarios y las mejores alternativas de manejo en cinco ecoregiones de importancia global” Proyecto GEF–UNEP GF/1010–00–14II Foro Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Lima.

Colchester M. 2003. Naturaleza Cercada: Pueblos indígenas, áreas protegidas y conservación de la biodiversidad. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales 155 p.

Comunidad Campesina Huayllapa. 2004. Expediente técnico para el establecimiento del “área de conservación privada Huayhuash – Huayllapa”, Lima.

Dinerstein E.; Olson D.; Gram. D.; Webster A.; Primm S.; Bookbinder M.; Ledec G. 1995. Una evaluación del Estado de Conservación de las Ecoregiones Terrestres

de América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington.

Espinoza W. 1997. Los Incas: Economía Sociedad y Estado en la Era del Tahuantinsuyo. 3ª ed. Amaru Editores. Lima.

Fjeldsa J.; Kessler M. 1996. Conserving the Biological Diversity of Polylepis Woodlands of the Highlands of Perú y Bolivia: A contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. Nordeco. Copenhagen, Denmark. 249p. En: Recharte et. al. 2003.

Gudynas E. 2003. Ecología economía y ética del desarrollo sostenible. ICIB; ANCB. La Paz.

Morris C.; Thompson D. 1985. Huánuco Pamapa. An Andean City and its Hinterland. Thames and Hudson Inc. Londres.

Murra J. 1985. Andean Ecology and Civilization. S. Mazuda (ed.). University of Tokio Press 1985. En: Recharte et.al. 2003. Islas en el Cielo: Conservación de ecosistemas, afirmación de la cultura y prosperidad de las montañas del Perú. The Mountain Institute . 54 p. Huaraz.

Phillips A. 2002. Management Guidelines for IUCN Category V Protected Areas. Protected Landscapes/Seascapes: World Commission on Protected Areas (WCPA) Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 9. IUCN – The World Conservation Union. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK

Pimpert M. En: [www.biodiversidadla.org/article/articleview/3171/1/13](http://www.biodiversidadla.org/article/articleview/3171/1/13)

Recharte J. 2002. “La categoría de reserva paisajística como estrategia de conservación en el contexto de los Andes: naturaleza y cultura en la cordillera de Huayhuash, Perú. En: Mujica E. (ed.) Paisajes Culturales en los Andes. Conferencia UNESCO, Colca.

Recharte J; Arévalo L; Glave M. 2003. Islas en el Cielo: Conservación de ecosistemas, afirmación de la cultura y prosperidad de las montañas del Perú. The Mountain Institute. 54 p. Huaraz.

Rodríguez D.; Cuesta F.; Goldstein I.; Bracho A.; Nranjo L.; Hernández O. (ed.) 2003. Estrategia Ecorregional para la Conservación del Oso Andino en los Andes del Norte. WWF Colombia; Fundación Wii; EcoCiencia; WCS.

Rostworowski M. 1999. Historia del Tahuantinsuyo 2ª ed. Instituto de Estudios Peruanos/ PromPerú. Lima, Perú.

Sperandeo, Sebastiano 2001 Claves para interpretar el Mundo Andino. Ediciones

Colibrí. Lima Perú

The Nature Conservancy. 2000. Esquema de las 5 S para la Conservación de Sitios: Manual de Planificación Para la Conservación de Sitios. 2º ed. 63 p.

UNESCO 2004. Tejiendo los lazos de un legado. Qhapaq Ñan - Camino Principal Andino: hacia la nominación de un patrimonio común, rico y diverso, de valor universal. Lima, Perú. 126 p

Wikramanayake E.; Dinerstein E.; Loucks C.; Olson D.; Morrison. J.; Lamoreaux J.; Mcknight M.; Hedao P. 2000 Ecoregions in ascendance: Reply to Jepson and Whittaker. Conservation Biology 16:1. 2348-.242. En: Rodríguez et.al. (ed.) 2003. Estrategia Ecorregional para la Conservación del Oso Andino en los Andes del Norte. WWF Colombia; Fundación Wii; EcoCiencia; WCS.