



I . I . R . S . A

INICIATIVA PARA LA INTEGRACION DE LA INFRAESTRUCTURA REGIONAL SURAMERICANA

C O M I T E D E C O O R D I N A C I O N T E C N I C A



PROGRAMA REGIONAL DE CAPACITACIÓN

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL CON ENFOQUE ESTRATÉGICO EASE-IIRSA¹

MÓDULO 8: EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL CON ENFOQUE ESTRATÉGICO. ABORDAJE DEL COMPONENTE AMBIENTAL (SISTEMAS FÍSICO Y BIÓTICO)

**Dirección de Medio Ambiente
Corporación Andina de Fomento - CAF**

¹ La idea y conceptualización original de La Metodología de Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico, EASE – IIRSA, al igual que su diseño, estructuración y desarrollo, han sido iniciativa y responsabilidad de la Corporación Andina de Fomento. Durante su elaboración, la CAF ha contado con la colaboración del Banco Interamericano de Desarrollo-BID. El Programa Regional de Capacitación sobre la Metodología EASE-IIRSA ha sido propuesto por el BID, contando con la participación de la CAF para su diseño y ejecución. Marzo de 2008.

MÓDULO 8: EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL CON ENFOQUE ESTRATÉGICO. ABORDAJE DEL COMPONENTE AMBIENTAL (SISTEMAS FÍSICO Y BIÓTICO)

FICHA RESUMEN

Objetivos: el objetivo general es proponer las principales formas de abordar la incorporación de los elementos ambientales dentro de los procesos de Evaluación Ambiental y Social con enfoque Estratégico EASE-IIRSA. Los objetivos específicos son:

- ✓ Brindar herramientas metodológicas de análisis de los sistemas naturales (paisajes y ecosistemas) para ser evaluados dentro de las EASE-IIRSA, bajo los fundamentos del método sistémico y el enfoque ecosistémico.
- ✓ Proponer una metodología de análisis paramétrico bajo la utilización de diferentes indicadores, que permitan la evaluación ambiental estratégica del territorio afectado por los Grupos de Proyectos de integración de IIRSA

Propósito: Lograr que los participantes identifiquen los contenidos detallados de los aspectos ambientales en la metodología EASE-IIRSA.

Conceptos centrales analizados:

- ✓ Consideraciones iniciales (conceptos fundamentales)
- ✓ Factores de sensibilidad y significancia
- ✓ Aspectos metodológicos y criterios para su selección

Contenidos de la pauta:

- ✓ Consideraciones iniciales (conceptos fundamentales)
 - El enfoque sistémico y la aproximación ecosistémica, principios orientadores de la EASE-IIRSA
 - Paisajes y ecosistemas
 - Otros conceptos y dimensiones necesarias a ser consideradas dentro de la evaluación ambiental con enfoque estratégico
- ✓ Factores estratégicos para el abordaje del componente ambiental (sistemas físico y biótico)
- ✓ Aspectos metodológicos
 - Etapa de descripción
 - Recopilación, análisis y síntesis de información secundaria
 - Factores estratégicos para la aproximación inicial a los ecosistemas y paisajes que conforman el territorio
 - Consulta y validación en el terreno
 - La EASE-IIRSA del sub-eje: Grupo de Proyectos
 - Generación de escenarios
 - Realización del informe final

Anexos:

- ✓ Anexo 1 (Análisis Estructural)
- ✓ Anexo 2 (Análisis Multicriterio)
- ✓ Anexo 3 (Diagrama metodológico para el abordaje del componente ambiental)

MÓDULO 8: EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL CON ENFOQUE ESTRATÉGICO. ABORDAJE DEL COMPONENTE AMBIENTAL (SISTEMAS FÍSICO Y BIÓTICO)²

1. CONSIDERACIONES INICIALES (CONCEPTOS FUNDAMENTALES)

1.1. El enfoque sistémico y la aproximación ecosistémica, principios orientadores de la EASE-IIRSA

El amplio espectro que abarca la evaluación ambiental estratégica está orientado a la sostenibilidad centrada en los ambientes sociales, económicos y biofísicos. Por su carácter de integralidad y complejidad requiere que esta se aborde con un enfoque igualmente integral y holístico, como lo es el método sistémico, método que al ser específicamente aplicado a los ecosistemas y paisajes de un área dada se conoce también como aproximación ecosistémica.

Desde la óptica anterior, todos los procedimientos conceptuales y prácticos que utiliza la aproximación ecosistémica constituyen herramientas para el desarrollo de una planificación integrada y gestión del patrimonio natural de un territorio. Bajo este principio, las aplicaciones del análisis ecosistémico a la evaluación y gestión multidimensional y jerárquica de los recursos naturales y potenciales son fundamentales para el desarrollo de un proceso de planificación integrada, así como para una gestión multiescalar de los recursos proporcionados por los distintos tipos genético-funcionales de ecosistemas de un territorio.

Una estrategia para realizar este análisis multiescalar de los diversos aspectos teóricos y aplicados que caracterizan a los sistemas ecológicos es considerar el medio natural como una jerarquía de ecosistemas interdependientes de diferente tamaño. En un medio natural cualquiera, es posible caracterizar, a diferentes escalas espaciales, patrones biofísicos (climáticos, litológicos, vegetación, etc.), más o menos homogéneos, como resultado de la estructura de uno o más de sus niveles jerárquicos. Estas pautas espaciales, a su vez, vienen acompañadas de una escala temporal de formación concreta que define el tiempo de actuación de los procesos genéticos que las determinan. De esta manera, el medio natural o gran ecosistema del cual se parte puede dividirse en ecosistemas interdependientes de diferentes tamaños.

La aproximación ecosistémica no es más que una línea de pensamiento y estrategia metodológica que permite analizar y modelar el complejo sistema de interrelaciones biofísicas, entre las que se incluye el ser humano, que definen la biosfera. Toma al ecosistema como unidad de estudio y busca, a través del conocimiento que se tiene sobre los principios unificadores que explican su organización y dinamismo, entender el funcionamiento del medio natural y las relaciones causa-efecto que se establecen cuando se le aplican, por parte de los sistemas humanos, diferentes modelos de explotación. El objetivo final del enfoque ecosistémico es facilitar la creación de modelos de explotación-conservación del medio natural, incluyendo sus recursos, que sean viables a largo plazo. Desde el análisis ecosistémico se pretende desarrollar estrategias operativas de gestión fundamentadas en el conocimiento

² Basado en el caso del Grupo 6 de Proyectos del Eje Andino, Colombia-Ecuador.

científico de los sistemas ecológicos y socioeconómicos, para generar modelos multiescalares de sistemas ecológico-económicos que sean ambientalmente sostenibles y, por consiguiente, ecológica, económica y socialmente sanos.

Es importante acotar que dadas las características de integridad que poseen los sistemas naturales, para abordar su estudio y comprensión es necesario considerarlos como entes organizados compuestos por subsistemas como elementos estructurantes, que se disponen y establecen sus relaciones en diferentes niveles jerárquicos. Esto conlleva a indicar que para lograr mayores niveles de detalle en el acercamiento a un determinado sistema, se deban considerar los subsistemas como sistemas aislados que se interconectan, conformando un ente de orden superior (Páramo 1999 y 2000).

Esta regla de la organización jerárquica de los sistemas es fácilmente observable mediante el análisis de los diferentes niveles de organización: subatómico, atómico, molecular, celular y así sucesivamente hasta llegar a los niveles de mayor complejidad, organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes.

La aplicación de enfoques holísticos a la gestión del medio natural frente a concepciones de corte más analítico no es algo nuevo. Las raíces de una gestión holista o ecosistémica del territorio se hallan dentro de las ciencias de la naturaleza, en la Ecología y la Geografía Física, pero también se pueden encontrar pensamientos y teorías globales en otras disciplinas de las ciencias sociales como la Economía, Sociología, Antropología, Planificación, Ciencias Políticas y Psicología.

La aproximación ecosistémica comparte conceptos y orientaciones con la Ecología del Paisaje (Zonneveld, 1979; Naveh & Liberman, 1984) y la Geografía de Ecosistemas (Bailey, 1988). Estos cuerpos de conocimiento, al igual que la aproximación ecosistémica, se caracterizan por su naturaleza holista, deductiva y transdisciplinar pero se diferencian conceptualmente en que la aproximación ecosistémica emplea la acepción múltiple del término ecosistema como marco de integración; y metodológicamente, utiliza la Teoría Jerárquica de Sistemas como herramienta para la clasificación y la cartografía de los ecosistemas de un territorio. Un primer intento de aplicación del paradigma jerárquico a la Ecología del Paisaje fue realizado por Urban et al. (1987).

1.2. Paisajes y ecosistemas

El paisaje y el ecosistema, tienen propiedades que los hacen recomendables como elementos fundamentales en el desarrollo de evaluaciones estratégicas, para los procesos de planificación y en proyectos de monitoreo ecológico y ambiental. En primer lugar, considerar los paisajes y los ecosistemas brinda unidades integrales que contemplan como un todo articulado y dinámico el conjunto de los seres vivos, su soporte físico, funcionamiento y las actuaciones que el hombre hace sobre ellos. Y en segunda instancia, definen los paisajes como entes organizados y estructurados, condición indispensable dentro del análisis de sistemas.

Los términos paisaje, paisaje regional, geosistema o biogeocenosis hacen énfasis a la complejidad espacial de las regiones. El paisaje, así considerado, se refiere al mosaico de climas, geoformas, suelos, tipos de vegetación y formas de uso de la tierra existentes en un lugar dado, diferenciable por determinadas características composicionales, estructurales y funcionales de otras zonas. (Naveh y Lieberman, 1984).

El concepto de paisaje se ha desarrollado a partir de numerosas tendencias y escuelas de la geografía y de la ecología, convergiendo en definirlo como un sistema caracterizado por una serie de atributos interdependientes que incluyen componentes bióticos, abióticos y antrópicos. De manera más global, el paisaje es un concepto que expresa las interacciones existentes entre la naturaleza y la sociedad y debe entenderse también, como la expresión espacial de las formas socioeconómicas, y no tan sólo como la superestructura que sustenta un complejo de relaciones orgánicas e inorgánicas.

La escala de un paisaje puede variar de tamaño; es decir, puede ser una provincia fisiográfica, una región biogeográfica, o una unidad más pequeña en extensión, dependiendo de las características que exhiba.

De acuerdo con Turner, 1989, la relevancia del estudio y análisis de la estructura del paisaje dentro de la evaluación ambiental estratégica es muy alta, como se puede comprobar en los numerosos trabajos que de esta índole se han realizando. Características del paisaje, como el tamaño de los parches, la heterogeneidad, la relación área-perímetro de los parches o dimensión fractal y la conectividad espacial son de gran importancia en el establecimiento de las formas dinámicas que se dan mediante la utilización de una zona determinada, de la evolución de las formas de aprovechamiento e intervención por parte del hombre, como también, inciden y controlan la composición y abundancia de especies, sus patrones de distribución y la viabilidad que ciertas especies amenazadas pueden poseer para sobrevivir.

La **composición del paisaje** (identificación y proporción de hábitats) y la combinación e interrelación funcional que establecen dichos hábitats es de vital importancia para los procesos de regeneración, sucesión y mantenimiento de especies animales que utilizan múltiples hábitats incluyendo los ecotonos. El análisis temporal y espacial de estos aspectos se convierte así en algo fundamental para el establecimiento del grado de conservación que presenta un paisaje, como también para demarcar los derroteros de potenciales acciones de revegetalización, rehabilitación y restauración de ecosistemas y áreas degradadas.

La **estructura del paisaje** se debe inventariar y monitorear a partir de imágenes de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de radar e imágenes de satélite), las cuales en la actualidad se analizan, procesan y organizan mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)³, en los cuales los análisis espaciales (dimensión fractal, conectividad y vecindad entre otros) y temporales (análisis de series de tiempo), aplicados a las imágenes de sensores remotos y las bases de datos espaciales (mapas), brindan una poderosa herramienta para el estudio del comportamiento evolutivo del paisaje (Zonnerveld, 1979).

El estudio de la composición del paisaje requiere un trabajo más intensivo que el de la estructura, ya que en este aspecto es prioritario considerar entre otros, las especies dominantes que componen un parche determinado e identificar la fisonomía y estructura de cada uno de ellos.

La **función del paisaje** generalmente se investiga a través del análisis de los procesos de disturbio, presión, recuperación etc., que muestren los hábitats y de su capacidad de resiliencia y de autoregulación, lo cual es fácilmente perceptible a través del conocimiento de la **fragilidad** (expresada en términos de vulnerabilidad y riesgo) y de su **resiliencia**, expresada en términos de potencialidades, sostenibilidad y prestación de servicios ambientales.

³ Sistema computarizado que permite el ingreso, almacenamiento, análisis y despliegue de información espacial (mapas), y de atributos. Stow, 1993.

De esta manera se requiere, en primera instancia, definir con claridad: los paisajes, ecosistemas y las comunidades; establecer los lineamientos básicos para el muestreo (enfoque u orientación); identificar, definir y caracterizar de manera general las comunidades objeto de estudio; determinar y diseñar las consideraciones generales sobre el muestreo; y por último programar concretamente las formas de muestreo de comunidades.

Dentro de esta óptica, al considerar cada uno de los constituyentes del medio físico y biótico (clima, geología, geomorfología, hidrología, suelos vegetación y fauna, entre otros), como entes aislados se han desarrollado innumerables métodos y técnicas para la obtención de la información y su análisis. Si bien no hay que perder de vista que sólo así se han podido desarrollar estas ciencias y que esta es la única manera de conocer profundamente cada tema específico, el estudio de los paisajes y de los ecosistemas sólo puede realizarse con un enfoque interdisciplinario, sistémico y holístico.

Cuando se consideran los múltiples elementos del medio natural y humano que intervienen en la toma de decisiones para las propuestas de un manejo adecuado e integral de un ecosistema, es claro que la tarea resulta altamente compleja. El análisis de sistemas es quizás la única forma operativa para emprenderla. Es tanto un planteamiento que pretende no dejar por fuera nada que sea realmente significativo, como una técnica para resolver el problema. La ecología, y dentro de ella el enfoque de la ecología del paisaje, se inserta en este planteamiento al proporcionar una nueva perspectiva, ya que efectivamente maneja conceptos propios de la visión sistémica que la sitúan entre la inter y la transdisciplinariedad.

1.3. Otros conceptos y dimensiones necesarias a ser consideradas dentro de la Evaluación Ambiental y Social con enfoque Estratégico (EASE-IIRSA)

Lo anteriormente mencionado sugiere que para abordar el estudio de un sistema complejo, como lo es un ecosistema, deban realizarse de manera ordenada las aproximaciones a su estudio de los niveles más amplios a los más bajos, aumentando cada vez más el detalle. De igual manera, al aumentar de nivel jerárquico cada vez se incrementa de manera proporcional la escala temporal del trabajo y disminuye la espacial.

De igual manera, para el logro de la incorporación de la dimensión ambiental dentro de los planes y programas planteados por IIRSA es importante notar que, según el nivel en el cual se realice el análisis (por ejemplo paisaje, ecosistema, comunidades), surgen diferentes factores (económicos, sociales, culturales, técnicos o ambientales) que modulan el desarrollo y la sostenibilidad, y que, por consiguiente, se requiere de diferentes herramientas para abordar los estudios.

Esta es la razón por la cual es indispensable mantener como eje conductor el logro de la sostenibilidad ambiental, económica, social y política dentro de las acciones programáticas presupuestadas. La sostenibilidad debe ser considerada como un objetivo global en los programas al incorporarse la dimensión ambiental, razón por la cual se orientará la propuesta metodológica teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

- **El concepto de uso sostenible:** Se deriva de los objetivos humanos. Es un concepto orientado hacia valores culturales y metas económicas y sociales (Brüenig, 1996). Este concepto se remonta en sus orígenes hasta la Europa del siglo XV (Wiersum, 1995)
- **Sostenibilidad ecológica o medioambiental:** Esto relaciona un ecosistema y ecosistemas adyacentes al mismo nivel o a niveles superiores, como el ecosistema en

cuestión de ser capaz de mantener su viabilidad y funcionalidad. El ecosistema debería apoyar a organismos saludables, mientras mantiene su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación. Esto requiere que el manejo respete y posibilite el desarrollo de los procesos naturales

- **Sostenibilidad social:** Esto refleja la relación entre ética cultural, normas sociales y desarrollo. Una actividad es socialmente sostenible si está conforme con valores éticos y normas sociales, o no los extiende más allá de la tolerancia al cambio de una comunidad
- **Dimensión espacial:** El concepto de sostenibilidad necesita ser formulado y elaborado para diferentes escalas (global, regional, nacional, etc). Es obvio que a los niveles nacionales e internacionales los temas de preocupación son discutidos de manera más general que en una escala espacial menor. Sin embargo, la sustancia de muchos temas puede aún ser el mismo. La pregunta es si hay una necesidad para crear un cierto grado de diferenciación de temas entre diferentes escalas espaciales. De acuerdo al creciente debate internacional, pareciera que existe la tendencia general a adoptar definiciones similares de sostenibilidad y similares principios para todas las escalas espaciales, pese a que ciertos principios sólo pueden referirse a ciertas escalas espaciales en lugar de a todas las escalas. Una diferenciación puede ser requerida para formular los criterios, pero es ciertamente necesitada para los indicadores
- **Dimensión temporal:** La definición operativa de sostenibilidad implica una escala temporal. Sostenibilidad significa que los ecosistemas deberían ser capaces de cumplir sus funciones ahora y en el futuro. Los estándares existentes se refieren a la escala temporal con términos vagos como “ahora”, “después” y “siguientes generaciones”. El conjunto de criterios e indicadores deben reflejar la dimensión temporal. Esto puede ser logrado por medio de desarrollar parámetros, los cuales son una condición o indicación para el desarrollo positivo del ecosistema; por ejemplo, que se asegure la capacidad del bosque para regenerarse naturalmente. Sin embargo, una instantánea en un momento dado no siempre puede proveer de suficiente evidencia de sostenibilidad para todos los criterios e indicadores. Particularmente en el caso de pequeñas fincas, es difícil establecer la sostenibilidad en un determinado punto de tiempo, o aplicarlo como un concepto operacional para un período largo de tiempo

2. FACTORES ESTRATÉGICOS PARA EL ABORDAJE DEL COMPONENTE AMBIENTAL (SISTEMAS FÍSICO Y BIÓTICO)

Como lo expresa el Convenio Sobre la Diversidad Biológica (2006), se resumen las importantes razones por las que se debe prestar atención a la incorporación eficaz del conocimiento de los ecosistemas y paisajes en la evaluación ambiental:

- **Obligaciones legales.** Una razón para prestar particular atención a los ecosistemas y paisajes y por ende a la diversidad biológica en la evaluación estratégica es una obligación legal nacional, regional o internacional para hacerlo. Pueden distinguirse diversas obligaciones legales:
 - *Áreas protegidas y especies protegidas:* los ecosistemas, hábitats y especies pueden tener una forma de protección legal, que abarque desde “estrictamente protegidos” hasta “restricciones de ciertas actividades”

- Los *servicios de los ecosistemas valiosos* pueden estar sujetos a alguna forma de reglamentación legal que provoque la necesidad de una evaluación ambiental. Ejemplos son la industria pesquera y las actividades de silvicultura, la protección costera (con dunas o pantanos forestados), las áreas de infiltración de agua para el suministro público de agua, las áreas recreativas, los parques con paisajes, etc
 - *Las tierras y aguas tradicionalmente ocupadas* o utilizadas por las comunidades indígenas y locales representan un caso especial de servicios de los ecosistemas
 - Tratados, convenios y acuerdos internacionales como la Convención sobre Patrimonio Mundial, la Convención de Ramsar, el programa el Hombre y la Biosfera de la UNESCO o los acuerdos de los Mares Regionales. Al ser parte de esos acuerdos, los países aceptan determinada obligación de manejar estas áreas según los principios internacionalmente convenidos
- **Facilitación de la determinación de los interesados.** El concepto de servicios de los ecosistemas derivados de los ecosistemas, paisajes y de la diversidad biológica proporciona una herramienta útil para identificar grupos de personas potencialmente afectadas. Los ecosistemas son multifuncionales y proporcionan múltiples servicios. Al aplicar el enfoque por ecosistemas y concentrarse en los servicios de los ecosistemas al describir la diversidad biológica se pueden determinar los interesados afectados directa e indirectamente y, cuando corresponda, invitarlos a participar en el proceso de Evaluación Ambiental y Social con enfoque Estratégico
 - **Salvaguarda de los medios de vida.** La determinación de los interesados a través del reconocimiento de los servicios de los ecosistemas puede llevar a una mejor comprensión de cómo se verán afectados los medios de vida de las personas que dependen de la diversidad biológica. En muchos países, especialmente en los países en vías en desarrollo, una gran proporción de la sociedad rural depende directamente de la diversidad biológica. Como estos grupos también pueden pertenecer a los estratos más pobres y menos educados de la sociedad, pueden pasar inadvertidos porque no siempre son capaces de participar significativamente en un proceso de Evaluación Ambiental y Social con enfoque Estratégico
 - **Adopción de decisiones económicas sensatas.** Los servicios de los ecosistemas como el control de la erosión, la retención y el suministro de agua y el potencial recreativo se pueden valorar en términos monetarios, proporcionando así una cifra de los potenciales beneficios y/o pérdidas económicos causados por la implementación de las actividades planeadas. Entre ellos se encuentran:
 - ✓ Biodiversidad (Riqueza, Conservación y uso sostenible)
 - ✓ Tráfico ilegal (fauna y flora)
 - ✓ Recurso hídrico (disponibilidad, potencialidades y calidad)
 - ✓ Riesgos naturales (amenaza x vulnerabilidad)
 - ✓ Existencia o no de un sistema de planeación y gestión ambiental territorial

- ✓ Existencia y participación de las organizaciones sociales en las políticas ambientales
- ✓ Vocación de uso de la tierra y Calidad ambiental

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS⁴

Para la elaboración de la Evaluación Ambiental y Social con enfoque Estratégico (EASE-IIRSA), de los Grupos de Proyectos de cada eje de integración de IIRSA se propone una metodología fundamentada en el desarrollo de las siguientes etapas:

3.1. Etapa de descripción

- **Revisión y definición de objetivos, metas y ejes prioritarios**

Indicar los objetivos, metas y ejes prioritarios con respecto al medio ambiente y desarrollo sostenible que se deberán realizar, de acuerdo a los lineamientos y las necesidades propias definidas por el IIRSA, para las regiones y países involucrados en el programa.

Revisión de las normas y objetivos medioambientales existentes en la legislación y política de las regiones y los países vinculados. Los datos ambientales de referencia deben poner de manifiesto también los requisitos de la legislación y política de medio ambiente y explicar su relación con los sectores de desarrollo que ejercen presiones sobre recursos y ecosistemas.

- **Descripción y revisión de la propuesta de los Grupos de Proyectos, de los planes o programas**

Se trata de incorporar plenamente los objetivos y ejes prioritarios en materia de medio ambiente en los planes o programas propuestos los cuales establecen los objetivos y ejes prioritarios para las regiones que reciben la ayuda, los tipos de iniciativas que pueden financiarse, las principales opciones para realizar los objetivos de desarrollo de una región y el plan de financiación.

- **Generación del conocimiento detallado de tres categorías básicas de información a nivel del Grupo de Proyectos**

El propósito de esta fase dentro del desarrollo metodológico es obtener un acercamiento al conocimiento detallado de tres categorías básicas de información sobre los Grupos de Proyectos de los sub-ejes. Dentro de estas se encuentran la realización de una tipología de proyectos (identificación y el conocimiento específico de las características de los proyectos que integran el grupo objeto de evaluación), las características básicas de los Grupos de Proyectos objeto de la evaluación; y, las principales implicaciones o afectaciones potenciales que los diferentes tipos de proyectos que conforman el sub-eje ejercen sobre el territorio.

⁴ El anexo 3, muestra el diagrama metodológico propuesto para la elaboración de la EASE-IIRSA, para el abordaje del componente ambiental (subsistemas físico y biótico)

La generación del conocimiento de estas tres características se convierte, por lo tanto, en una herramienta fundamental para el análisis, la evaluación y para implicaciones que los Grupos de Proyectos ejercen sobre el componente ambiental (subsistemas físico y biótico).

- **Conformación del equipo de trabajo e identificación de actores claves**

Un aspecto fundamental dentro del proceso metodológico es la conformación del equipo de trabajo sobre el cual recae la responsabilidad de efectuar la EASE.

Teniendo en cuenta que la metodología planteada es desarrollada para ser aplicada por expertos se requiere de un equipo interdisciplinario de expertos ambientales, sociales y en planificación territorial, (responsables directos de la evaluación del grupo de proyectos), a ser apoyados por un equipo de especialistas en temáticas específicas, ya que su opinión se considera fundamental para mejorar la comprensión del análisis. Igualmente, el equipo de trabajo requiere del apoyo fundamental de tomadores de decisión (funcionarios públicos) y de la participación de organizaciones sociales y de base, con presencia y/o intereses en el área del Grupo de Proyectos.

3.2. Recopilación, análisis y síntesis de información secundaria

Esta es una de las actividades de mayor intensidad en todo el proceso de elaboración del EASE-IIRSA, dado que es aquí donde se adelanta la consecución de la información relevante que fue previamente definida por los especialistas, se preparan y operan las diferentes herramientas metodológicas como SIG, mapas, encuestas, etc., y se sistematiza y analiza la información en torno a implicancias, áreas críticas, riesgos y oportunidades de los sistemas territoriales objeto de la evaluación.

También se espera tener una completa y detallada caracterización de los actores claves, así como el análisis de la capacidad institucional en gestión de riesgos y oportunidades por parte de los gobiernos involucrados en las áreas de los Grupos de Proyectos. De preferencia, los resultados arrojarán la información analizada en torno a categorías e indicadores

3.3. Factores estratégicos para la aproximación inicial a los ecosistemas y paisajes que conforman el territorio

Teniendo en cuenta los factores estratégicos previamente establecidos, en esta etapa se lleva a cabo la evaluación de la situación ambiental, la cual pretende Identificar y presentar información sobre la situación del medio ambiente y los recursos naturales de la región, así como sobre las interacciones positivas y negativas con los principales sectores y el territorio involucrado

Para ello es necesario determinar la condición de partida de los recursos medioambientales de los paisajes y los ecosistemas, sobre la base de la información secundaria existente y disponible que se haya reunido, con el propósito de realizar un análisis detallado que muestre las condiciones de referencia vinculadas claramente al tipo de proyectos a los que puede dirigirse el plan y tienen probabilidades de afectar a cada recurso o ecosistema.

Teniendo en cuenta tanto el enfoque general sobre el cual se basa la EASE-IIRSA y el tiempo disponible para su realización, la generación de la línea base de referencia se llevará a cabo mediante la medición y/o calificación de una serie de indicadores ambientales. Una vez

adquirida la información y realizada la calificación de los indicadores, mediante técnicas de metodologías paramétricas, se priorizarán y a su vez se escogerá una batería lo más concreta y definida posible de indicadores, los cuales serán corroborados en lo posible a través de trabajo de campo.

Como herramienta de priorización, se podrán utilizar técnicas de prospectiva como el análisis estructural (**Anexo 1**), y para la parametrización y simplificación relacional de los indicadores, se utilizarán técnicas de evaluación multicriterio (**Anexo 2**). Es necesario aclarar que la implementación de toda la metodología se hará teniendo como herramienta de valoración, representación espacial y modelación un Sistema de Información Geográfico (SIG).

- **Definición de Indicadores ambientales**

De manera general, los indicadores se elaboran para ayudar a los evaluadores a simplificar, cuantificar, analizar y comunicar información a diferentes niveles de la sociedad sobre fenómenos complejos. El fin de los indicadores es, en últimas, reducir los niveles de incertidumbre en la elaboración de estrategias y acciones referentes al desarrollo de los Grupos de Proyectos, a la evaluación del medio ambiente, el desarrollo territorial y la integración territorial, entre otros aspectos, que permitan una mejor definición de prioridades y urgencias.

La selección y elaboración de indicadores ambientales hacen necesario definir un modelo que permita estructurar e integrar informaciones muy diversas y dispersas provenientes de varias fuentes. La integración de datos contribuye también, a revelar conexiones, efectos sinérgicos entre problemas y a estandarizar y normalizar conocimiento con otros trabajos encaminados al logro de objetivos similares.

De acuerdo con lo expresado, al analizar la importancia de los indicadores en la EASE-IIRSA, a múltiples niveles de detalle y resolución temporal y espacial, propone que deben poseer las siguientes características:

- ✓ Deben ser lo suficientemente sensibles, de tal manera que provean una rápida advertencia sobre los cambios
- ✓ Que en lo posible tengan una distribución geográfica amplia o que permita ser aplicado con amplitud
- ✓ Si son organismos biológicos, deben ser capaces de soportar amplios rangos o fuertes factores de estrés
- ✓ Su utilización debe ser de bajo costo y de fácil medición, colección y/o cálculo
- ✓ En lo posible deben permitir establecer diferencias entre los procesos naturales y los inducidos por acción antrópica
- ✓ Deben poseer la relevancia y significancia necesaria para evaluar los fenómenos ecológicos y antrópicos que se den. (sostenibilidad ecológica y ambiental, social e institucional)
- ✓ Deben ser prácticos e interpretables por quienes toman las decisiones

A partir de lo anteriormente expresado, se establecen indicadores medioambientales y de desarrollo sostenible para cuantificar y simplificar la información de manera que tanto las autoridades competentes sustantivas como la población puedan conocer mejor la interacción entre medio ambiente y los principales problemas sectoriales. Sirven para hacer un uso de datos cuantificados que permita detectar y explicar los cambios que se vayan produciendo (carácter tendencial). De igual manera, al aplicarlos, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Señalar los indicadores disponibles y las lagunas en los datos, es decir, proporcionar un panorama del tipo de indicadores que ya pueden utilizarse en relación con la situación del medio ambiente, y todas las posibles lagunas en los datos que sea preciso coleccionar
- ✓ Definir las maneras de actuar para la recogida de los datos de referencia sobre el medio ambiente lo cual incluirá sobre todo a las autoridades de medio ambiente. .No obstante, se recomienda realizar una concertación inicial con las distintas autoridades ambientales con el propósito de realizar una buena recolección de información, como también consultar con otros organismos gubernamentales especializados, como por ejemplo, entidades territoriales, institutos especializados, oficinas de planeación, entidades no gubernamentales y organizaciones sociales y comunitarias

De igual manera, algunas de esas instituciones pueden disponer de información adicional valiosa. Una manera de iniciar esta etapa de la EASE-IIRSA es estudiar los resultados con respecto al medio ambiente y el desarrollo sostenible que se han obtenido en evaluaciones intermedias y ex-post realizadas en el período de programación anterior. Esos informes pueden proporcionar una visión de conjunto de los grandes impactos ambientales de estrategias y prioridades anteriores. A partir de esos resultados será posible determinar los principales temas medioambientales y sectores de desarrollo que necesitan datos medioambientales.

Los indicadores inicialmente propuestos para la EASE-IIRSA, tienen como propósito definir una serie de índices que permitan evaluar desde un enfoque sistémico las principales características, potencialidades y condicionantes de los paisajes y ecosistemas para absorber y soportar los diferentes grados de actuaciones que los grupos de proyectos generen sobre ellos. Para ello, los indicadores propuestos pretenden evaluar al territorio en términos de los principales atributos (categorías o criterios de análisis) que contempla un ecosistema o un paisaje como ente organizado y complejo:

- ✓ Representatividad, corresponde a la categoría de análisis que permite describir y evaluar la composición y organización de los sistemas territoriales en términos de importancia, singularidad, ingerencia
- ✓ Conectividad, categoría de análisis que permite describir y evaluar la estructura de los sistemas territoriales en términos de coexistencia, comunicación e intercambio (elementos, servicios, bienes, productos)
- ✓ Funcionamiento, categoría de análisis que permite describir y evaluar la dinámica de los sistemas territoriales en términos del establecimiento de flujos, ciclos y funciones
- ✓ Vulnerabilidad, categoría de análisis que permite describir y evaluar la capacidad de los sistemas territoriales para asumir cambios, intervenciones y presiones, en términos de flexibilidad, adaptación, resistencia y resiliencia, consiliencia

La propuesta metodológica aquí planteada se fundamenta en la adaptación para el caso específico de los grupos de proyectos de IIRSA de los estudios realizados por Marull, et. al. 2004 y Marull, 2005, los cuales se basan en la utilización de metodologías paramétricas aplicadas a la evaluación ambiental estratégica.

Existen diversas experiencias que intentan parametrizar el estado de la matriz territorial, con el fin de proporcionar herramientas de ayuda a la planificación. La mayoría de estos métodos se basan en expresiones cartográficas obtenidas a partir de parámetros que caracterizan la superficie terrestre. La construcción de los índices se enfrenta a problemas relativos a la

definición conceptual de los indicadores y a la selección del modelo matemático que los combina.

Debido a la escasa información -y precedentes- sobre los criterios a utilizar y cómo relacionarlos, se recurre al conocimiento experto para la definición de los indicadores, a partir del establecimiento y la definición previa de los factores estratégicos de análisis y la selección de los algoritmos de cálculo utilizados en su concreción, a las implicaciones que una actuación pueda tener sobre el territorio ocasionadas por los diferentes planes y programas de inversión planteados. Es decir, la evaluación acerca de si se mantiene la oferta de bienes y servicios ambientales dentro de la región en estudio; si la composición y estructura del paisaje, los ecosistemas y las comunidades bióticas garantizan la oferta natural de bienes y servicios ambientales, y si los factores físicos que influyen en la dinámica de los ecosistemas favorecen la oferta natural de bienes y servicios ambientales. El **Cuadro 1** muestra los indicadores propuestos para ser utilizados en la EASE-IIRSA.⁵

La categoría de representatividad, se evalúa a través de la valoración del patrimonio biótico y paisajístico, y representa una síntesis de las variables biogeográficas y ecológicas en un ámbito ecopaisajístico. El método no requiere información detallada sobre la distribución de diferentes especies y asume que los hábitats son un buen indicador de un conjunto de condiciones ambientales y antrópicas y que presentan una biodiversidad específica asociada, a menudo “invisible”, la cual se representa como una síntesis de las variables biogeográficas y ecológicas que le dan al territorio evaluado aspectos importantes de fragilidad, excepcionalidad y rareza.

Para ello se tienen los indicadores de:

- Riqueza de hábitats: Riqueza de paisajes, de fauna y flora
- Rareza de hábitats: Rareza de paisajes, florística y faunística, expresada en áreas de endemismo, número de especies endémicas y número de especies en alguna categoría de conservación (estado de conservación)
- Área de cobertura de los ecosistemas naturales remanentes
- Estado sucesional o madurez de los paisajes

A partir de la evaluación de estos indicadores se calcula un índice complejo denominado Índice Intrínseco de los Hábitats (IIH), el cual recoge en últimas el valor de los hábitats, independientemente de su estado de conservación.

El Índice de Interés Corológico (IIC), representa la calidad del paisaje e incluye desde aspectos biogeográficos a otros relativos a la distribución de los hábitats en el territorio, también fundamental para la evaluación de la representatividad. Lo constituyen cinco indicadores: valor biogeográfico, extensión territorial de los paisajes, rango altitudinal, características climáticas, características edáficas y características geomorfológicas.

La conectividad ecológica, evaluada a partir de la configuración espacial de los paisajes en el área de estudio, a partir de su grado de fragmentación, conectividad y dinámica espacial.

⁵ El anexo 1 del módulo 5, presenta los indicadores relacionados con los factores estratégicos a los cuales se les debe dar respuesta, mediante el abordaje del componente ambiental

Esta categoría implica el conocimiento de la fragmentación y conectividad de paisajes, para ello se consideran los indicadores de dimensión fractal de los hábitats, número de parches, tamaño de los parches, densidad de parches, área total del paisaje y distancia media al vecino más cercano.

A partir de estos indicadores se calculan el Índice de Fragmentación, el cual representa de manera sintética el grado de ruptura y las tendencias de un paisaje a fragmentarse, y el Índice de Conectividad Ecológica, el cual representa una síntesis de las variables funcionales. La conectividad ecológica es la calidad que permite el contacto entre distintos ecosistemas, comunidades, especies o poblaciones. Se trata, por lo tanto, de un índice de la simplicidad o complejidad de la red, de la cual dependen los procesos ecológicos básicos.

El funcionamiento de los paisajes y ecosistemas se evalúa en la presente propuesta a través de la valoración por conocimiento de expertos de la cantidad y calidad de los servicios ambientales prestados por los ecosistemas y paisajes, a través de la fijación de CO₂, la regulación hídrica, el control de la erosión y el uso lúdico que la población hace de ellos desde el punto de vista de preferencias y la visibilidad que se tiene de un área específica.

Por último, **la vulnerabilidad** de la matriz territorial (ecosistemas y paisajes) se representa mediante una síntesis de las variables biofísicas que configuran la matriz territorial, entendida como un sistema complejo constituido por la biosfera, la litosfera y la hidrosfera. El algoritmo pretende cuantificar la resiliencia de los ecosistemas en el territorio (como consecuencia del desarrollo de diferentes planes y acciones).

Ésta se evalúa a partir de la ponderación y calificación de la fragilidad del paisaje dada por la vulnerabilidad de la vegetación a sufrir incendios forestales, la vulnerabilidad del sustrato (movimientos en masa, vulcanismo, sismicidad y erosividad), la vulnerabilidad hídrica (susceptibilidad de los paisajes a inundaciones) y la vulnerabilidad ambiental (percepción de la calidad ambiental).

3.4. Consulta y validación en el terreno

El objetivo de esta fase es verificar en terreno los aspectos relevantes que hayan sido identificados en la fase anterior, así como validar información con actores claves presentes en el área de influencia. También se toma una impresión directa de la dinámica ambiental y social de estos territorios, conduciendo al ajuste o confirmación de la información y análisis adelantados hasta esta fase.

Durante la visita de campo se atenderán los puntos que sean necesarios y/o posibles aspectos de una lista de chequeo que deberán ser verificados o validados respecto a lo avanzado hasta la fase previa. La visita de campo deberá incluir observaciones directas y la realización de entrevistas y reuniones con autoridades, organizaciones no gubernamentales y miembros de las comunidades locales, siempre procurando cubrir lo más convenientemente posible la lista especificada en el punto de los aspectos a verificar o validar en campo. Adicionalmente, esta actividad incluye realizar observaciones en el área de influencia, de manera de conocer patrones generales de su realidad ambiental y social, como complemento, profundización, actualización y/o corrección de la información previamente manejada.

Los aspectos cuyas características de criticidad, riesgo, potencialidad y oportunidad suelen ser más fácilmente evaluadas en esta fase, en la medida de que sea necesario, son, entre otros, los procesos geomorfodinámicos, ecosistemas sensibles, conflictos de uso, centros poblados y

asentamientos humanos, servicios básicos, actores claves, la presión antrópica, presencia de pueblos nativos, tenencia de la tierra, institucionalidad, las áreas protegidas, jerarquías urbano-regionales, actividades productivas y los proyectos ambientales, sociales, sectoriales, e institucionales planificados y/o en curso que sean diferentes a los previstos por IIRSA. Es importante planear previamente los recorridos, las actividades a ejecutar y la logística del trabajo de campo.

CUADRO 1. Indicadores del subsistema biótico y del paisaje clasificados por categoría de análisis

CATEGORÍA DE ANÁLISIS	INDICADOR	ÍNDICE	ÍNDICE DE SÍNTESIS
REPRESENTATIVIDAD	<i>Riqueza</i> <ul style="list-style-type: none"> • Riqueza de paisajes • Riqueza florística * • Riqueza faunística * 	Índice intrínseco de paisajes y hábitats	Índice de valor del patrimonio natural
	<i>Rareza</i> <ul style="list-style-type: none"> • Endemismos de flora • Especies flora amenazadas • Endemismos de fauna • Especies fauna amenazadas 		
	<i>Ecosistemas naturales remanentes</i>		
	<i>Estado sucesional (madurez)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas naturales (primarios) • Ecosistemas seminaturales (secundarios y dominados por especies invasoras) • Ecosistemas antrópicos 		
	<i>Valor biogeográfico (rareza de paisajes)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Extensión territorial • Intervalo altitudinal • Características climáticas • Características edáficas • Características geomorfológicas 	Índice de interés corológico (Calidad del paisaje)	
CONECTIVIDAD	<i>Dimensión fractal de clases</i>	Índice de fragmentación Índice de Conectividad	Índice de configuración espacial del paisaje
	<i>Número de parches por clase</i>		
	<i>Tamaño de parches por clase</i>		
	<i>Densidad de parches por clase</i>		
	<i>Área total del paisaje</i>		
	<i>Distancia media al vecino más cercano de parches por clase</i>		
	<i>Complejidad fisionómica y estructural de las clases</i>		
FUNCIONAMIENTO	<i>Fijación de CO₂ (biomasa)</i>	Índice de Servicios ecosistémicos	Índice de Servicios ecosistémicos
	<i>Regulación hídrica</i> <ul style="list-style-type: none"> • Profundidad y textura del suelo 		
	<i>Control de erosión</i> <ul style="list-style-type: none"> • Erosividad del suelo * 		
	<i>Uso lúdico</i> <ul style="list-style-type: none"> • Preferencias • Visibilidad 		
VULNERABILIDAD	<i>Fragilidad del paisaje</i> <ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidad de la vegetación (presión humana, susceptibilidad a incendios forestales) • Vulnerabilidad del sustrato (vulcanismo, sísmica, movimientos en masa, etc) • Vulnerabilidad hidrológica (inundaciones) • Vulnerabilidad climática (sequías, fenómeno de El Niño) • Vulnerabilidad ambiental (expresada mediante la percepción de la calidad ambiental) 	Índice de vulnerabilidad de la matriz territorial	Índice de vulnerabilidad de la matriz territorial

* Indicadores cuya evaluación está sujeta a la consecución de información secundaria

3.5. EASE-IIRSA del grupo de proyectos del sub-eje

Una vez evaluados los factores estratégicos para el abordaje del componente ambiental y las principales categorías de análisis (representatividad, conectividad, funcionamiento y vulnerabilidad) de los ecosistemas y paisajes mediante la aplicación de los indicadores y de la elaboración de índices sintéticos, se llega a evaluar las implicaciones para el medio ambiente de los ejes prioritarios de los grupos de proyectos. De igual manera, se evalúa en qué medida la estrategia establecida en el documento puede favorecer u obstaculizar el desarrollo sostenible en la región, como también permite examinar el proyecto de documento para comprobar si cumple las políticas y legislación pertinentes a nivel regional, nacional.

De esta manera, se obtienen los siguientes resultados:

- Caracterización y cualificación de los paisajes y ecosistemas en términos del valor del patrimonio natural y de la calidad del paisaje, expresados en la rareza, la riqueza, la madurez ecosistémica y la extensión de los ecosistemas naturales remanentes. De igual manera, un análisis sobre las características de las implicaciones legales de los ecosistemas, áreas y paisajes, como espacios protegidos y/o áreas sometidas bajo cualquier tipo de convenio o tratado vigente
- Caracterización, evaluación y calificación de los ecosistemas y el paisaje desde el punto de vista de su estructura en términos de su conectividad espacial y del grado de fragmentación efectuado por acción de las presiones que ejercen sobre el medio ambiente (consumo de recursos naturales y efectos sobre la calidad ambiental, contaminación, etc.), por sectores tales como transporte, agricultura, industria, energía y sector doméstico
- Cualificación de los servicios ambientales prestados por los ecosistemas y paisajes como respuesta de su dinámica y funcionalidad ecológica
- Identificación de los puntos fuertes y débiles del medio ambiente y del patrimonio natural de la región (por ejemplo, potencial de energía renovable, abundancia de espacios naturales, o bien, escasez de recursos hídricos, poca capacidad de tratamiento de aguas residuales y de residuos urbanos, etc.) y los vínculos con los sectores de desarrollo
- Evaluación y valoración cualitativa de las vulnerabilidades, los factores de riesgo y la fragilidad de los ecosistemas y paisajes, así como las potencialidades para favorecer actuaciones futuras y la capacidad de absorción y de homeostasis para automantenerse (resiliencia)
- Una serie de mapas con información importante, que añadan una dimensión espacial a las descripciones

3.6. Generación de escenarios

A partir de la información analizada en las fases anteriores se desarrollarán una serie de escenarios los cuales permitirán entre otros:

- Conocer el comportamiento tendencial del territorio sin la afectación de la iniciativa IIRSA
- Predecir cómo se afecta el territorio mediante la ejecución de los grupos de proyectos de IIRSA se afectarían los ecosistemas y paisajes por la variación cualitativa y cuantitativa de cada factor crítico, de riesgo, potencialidad y de oportunidad estratégica
- Proponer escenarios alternativos para la mitigación y compensación de las afectaciones evaluadas (propuesta de creación de corredores ambientales y/o ecológicos, identificación de áreas prioritarias para la conservación, restauración y manejo especial de paisajes)
- Proponer alternativas para el redireccionamiento del Grupo de Proyectos con el propósito de minimizar ciertas afectaciones no reversibles, no mitigables y difícilmente compensables

3.7. Elaboración del informe final

Una vez realizada la evaluación se elaborará el informe final el cual contendrá entre otros, los siguientes aspectos:

- Descripción del procedimiento de evaluación aplicado (instituciones, equipos y expertos involucrados)
- Descripción de los datos de referencia correspondientes a aspectos fundamentales del estado del medio ambiente y los recursos naturales. Resumir los datos de referencia relativos a aspectos socioeconómicos
- Descripción de los objetivos y estrategias más importantes a ser incorporadas en la realización de los grupos de proyectos de IIRSA, para la obtención de metas y la generación de programas y políticas que se deben aplicar a nivel regional, nacional, para garantizar los principios de sostenibilidad ambiental. Deben incluirse no sólo los objetivos y ejes prioritarios en relación con el medio ambiente sino también objetivos más amplios con respecto a sectores tales como industria, energía, transporte, turismo y agricultura, que guardan relación con el desarrollo sostenible
- Descripción de las técnicas de evaluación seleccionadas. Las afectaciones probables sobre el medio ambiente y los recursos naturales y los medios para corregirlo (por ejemplo, modificación del trazado proyectos, o una evaluación más pormenorizada cuando resulte necesario, etc.)
- Soluciones para reducir las implicaciones negativas de los grupos de proyectos de IIRSA, con el fin de aumentar el carácter sostenible de los proyectos propuestos y del territorio
- Observaciones sobre las implicaciones de IIRSA y sus consecuencias para la gestión ambiental, es decir, la necesidad de efectuar nuevas inversiones, gestionar recursos técnicos adicionales, apoyar la consolidación institucional e impulsar otras actividades necesarias para el logro de los objetivos presupuestados por IIRSA
- Conclusiones de las consultas celebradas con otras instituciones y los actores clave en torno a IIRSA

4. LITERATURA DE REFERENCIA

- Bailey, R. 1988. Ecogeographic analysis: A guide to the ecological division of land for resource management. USDA. Forest Service. Micellaneous publication 1465. Washington.
- Brünenig, E.F. (1996). Conservation and Management of Tropical Rainforests, An integrated approach to sustainability. CAB International. 360 pp. Wallingford UK.
- Comisión Europea, DGXI, Medio ambiente, seguridad nuclear y protección civil, 1998. Manual sobre evaluación ambiental de planes de desarrollo regional y programas de los Fondos Estructurales de la UE.
- Convenio de Diversidad Biológica (CDB), 2006. La diversidad biológica en las valuaciones de impacto. Documento de antecedentes de la Decisión VII/28 del Convenio sobre la diversidad Biológica: Directrices voluntarias sobre evaluaciones de impacto, incluida la diversidad biológica, Cuaderno Técnico CDB No. 26.
- Dale, M. 1979. System Analysis and Ecology. Ecology 51 (1): 2-16.
- ENPLAN, 2005. Guía para la evaluación ambiental estratégica (EASE-IIRSA) de planes y programas con incidencia en el medio natural. Consejería de Industria y Medio Ambiente, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 2005.
- Etter, A. 1990. Introducción a la Ecología del Paisaje. (Notas de Clase). IGAC, Subdirección de Docencia. Bogotá D.E.
- Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente 1997. Reconocimiento Biofísico de Espacios Naturales Protegidos Doñana: Una Aproximación Ecosistémica.
- Marull J. 2005. Metodologías paramétricas para la evaluación ambiental estratégica. *Ecosistemas*.2005/2(http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=99&Id_Categoria=2&Ipo=portada).
- Marull, J; Pino, J; Carreras, J; Ferré, A; Cordobilla, M; Llinàs, J,Rodà, F; Carrillo, E & J, Ninot. 2004. Primera proposta d'índex del valor del patrimoni natural de Catalunya (IVPN), una eina cartogràfica per a l'avaluació ambiental estratègica. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 72: 115-138.
- Naveh, Z. Y A, Lieberman. 1984. Landscape Ecology. Theory and Applications. Springer Verlag. N.Y.
- Noos, R. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* 4 (4): 355 – 364.
- Páramo, G.E. 1999. Manual de Métodos y Procedimientos para el Sistema de Monitoreo de Áreas Forestales del Pacífico Colombiano”. Ministerio del Medio Ambiente-CONIF, PenClips Editores. Santafé de Bogotá.
- Páramo, G.E. 2000. “Criterios, variables e indicadores para el monitoreo de áreas forestales en aprovechamiento”. En: Serie de Documentación No. 42 CONIF, PenClips Editores. Santafé de Bogotá.
- Páramo, G.E., J.Prieto y G. Castaño, 2004. Formulación y diseño conceptual de un sistema de criterios e indicadores para la protección, conservación y manejo sostenible del área del sistema Chingaza dentro del marco del convenio de cooperación no. 003 de 1998 entre el

acueducto y la Unidad Administrativa Especial del sistema de Parques nacionales Naturales de Colombia.

- Stow, D.A. 1993. The role of Geographic Information Systems for landscape ecological studies. En: *Landscape Ecology and Geographic Information Systems* (Haines-Young, R., Green, D.R. y Cousins, S.H., (Eds)). Taylor and Francis. London. pp. 11-21.
- Turner, M. 1989. *Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process*. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* (20): 171-197.
- Turner, S. 1994. Scale, Observation and Measurement: Critical Choices for Biodiversity Research. En: *Measuring and Monitoring Biodiversity in Tropical and Temperate Forest. Proceedings of a IUFRO Symposium Held at Chiang Mai. Thailand. CIFOR-IUFRO. Indonesia.*
- Urban, D. O'Neill, R & Shugart, H. 1987. Landscape ecology: a hierarchical perspective can help scientist understand spatial pattern. *BioScience* 37:119-127.
- Wiersum, P.K., 1995. 200 years of sustainability in forestry: lessons from history. *Environment Management* 3, pp. 321–329.
- Zonneld, I. 1979. *Land Evaluation and Landscape Ecology Science*. ITC. Texbook VII-4. Enschede, Holanda.

ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Por medio de esta herramienta se logra observar todas las relaciones que pueden tener entre sí los indicadores que conforman o miden una problemática. El ejercicio permite detectar cuáles son los “indicadores clave”, es decir aquellos que ejercen la mayor influencia sobre los restantes.

Para el desarrollo del ejercicio se abordan las siguientes actividades:

- Identificación de los indicadores
- Detección de la influencia que ejercen unos sobre otros
- Determinación de cuáles son los más sobresalientes (indicadores clave)

- Identificación de los indicadores

La identificación de los indicadores se realiza a partir de un planteamiento jerárquico y de una estructura lógica que permita mantener las condiciones para cumplir con los objetivos del programa definido.

- Determinación de la manera como unos criterios influyen sobre otros

El inventario de criterios es la base para construir un sistema de relaciones que se basa en determinar la influencia que cada criterio ejerce sobre cada uno de los otros.

Para hacer el ejercicio que conllevará a establecer las relaciones debe tenerse en cuenta si la influencia puede ser:

- ✓ Directa: La variable A influye directamente a la variable B. Cualquier cambio de A modifica también a B
- ✓ Indirecta: Si la variable A influye de manera directa sobre la variable B, y la variable B influye de manera directa sobre la variable C, entonces la variable A influye de manera indirecta sobre la variable C
- ✓ Real: Cuando una variable influye sobre otra, directa o indirectamente, o no existe influencia alguna dentro de ellas, es una constatación de lo que está sucediendo actualmente, existe entonces una influencia real entre los indicadores
- ✓ Potencial: es cuando se piensa que una variable debería influir sobre otra, pero que esto no se aprecia en la realidad, se está ante una influencia potencial

Para asignar las correspondientes influencias se construye una matriz de doble entrada, colocándose los indicadores tanto en las filas como en las columnas, en el mismo orden. En el cuerpo de dicha matriz se coloca la letra que indique el tipo de influencia que cada criterio de la columna tiene sobre cada criterio de la fila. Esta matriz primaria se transforma en una matriz binaria, es decir en una matriz en cuyo cuerpo sólo se observan valores de 0 y 1, para lo cual se considera que todas las influencias reales (fuertes, medias o débiles) tendrán valor de 1, y la influencia potencial valor de 0.

Se trabaja entonces sobre la matriz binaria, realizando la suma de los números 1 para cada fila y columna. El total por columna para cada indicador, indica las veces que cada indicadores es influido o impactado por los restantes, es decir, da un valor de la influencia que tiene el grupo de indicadores de las distintas filas sobre cada indicador de las columnas. A este valor total por columna se le llama índice de dependencia (uno por cada columna, es decir uno por cada indicador), e indica el grado de subordinación de cada indicadores con respecto a los otros.

La suma de los números por fila indica las veces que cada una de los indicadores impacta a los restantes, a estos números totales por fila se les llama índice de motricidad, e indica la fuerza que tiene cada indicador sobre los demás.

A continuación se relaciona el índice de motricidad de cada indicador con su correspondiente índice de dependencia, en un plano cartesiano, cuyo eje (Y) es la motricidad y el eje (X) es la dependencia; situando en este gráfico cada uno de los criterios según su valor de motricidad y dependencia (no se utiliza el valor sino el porcentaje).

Este gráfico puede ser dividido en cuatro cuadrantes, para lo cual se requiere calcular un punto de referencia, igual para el eje (Y) y el eje (X), para trazar las líneas vertical y horizontal que definan los cuatro cuadrantes. El valor de este punto es igual a $100/n$ donde n es igual al número de indicadores que se están considerando.

A la zona o cuadrante superior izquierdo, se le llama “**zona de poder**”, a la zona o cuadrante superior derecho se le llama “**zona de conflicto**”, a la zona o cuadrante inferior derecho se le llama “**zona de salida**” y a la zona o cuadrantes inferior izquierdo se le llama “**zona de problemas autónomos**”.

Zona de Poder: Los indicadores que se encuentran en la zona de poder son los que tienen la más alta motricidad y la más baja dependencia. Estos indicadores son, en consecuencia, los más importantes de la problemática porque influyen sobre la mayoría y al mismo tiempo dependen poco de ellos. Son muy fuertes y poco vulnerables. Cualquier modificación que ocurra en ellos, tendrá repercusiones sobre todo el sistema. Los indicadores ubicados en esta zona representan disfunciones del sistema necesarias de resolver considerando un nivel primario de prioridad.

Zona de Conflicto: Los indicadores que se encuentran en la zona de conflicto tienen alta motricidad y alta dependencia. Estos indicadores son en consecuencia muy influyentes, pero también altamente vulnerables, es decir influyen sobre los restantes pero son, así mismo influidos por ellos. Son importantes porque cualquier variación que suceda en ellos tendrá efectos sobre ellos mismas y sobre los criterios ubicadas en la zona de salida. Son disfunciones del sistema necesarias de resolver considerando un nivel secundario de prioridad.

Zona de Salida: Los indicadores que se encuentran en la zona de salida tienen baja motricidad, pero alta dependencia. Estos indicadores son en consecuencia, indicadores que influyen poco sobre los demás, siendo altamente dependientes de los restantes. Son los criterios que se consideran producto de aquellas ubicados en las zonas de poder y conflicto, de esta forma al incidir sobre la solución de los problemas de las zonas de poder y conflicto, se incide sobre estos criterios de la zona de salida. Por ello, sería un error comenzar a dar solución a las disfunciones ubicadas en la zona de salida puesto que ellos son consecuencia de los demás.

Zona de Problemas Autónomos: Se llama así, porque los indicadores que allí se ubican, aparecen como ruedas sueltas con respecto a las demás del sistema, ni influyen significativamente sobre los otros, ni son influidos por ellos. Por esta razón tienen poca motricidad y poca dependencia.

De este ejercicio se obtiene el listado de los criterios en las zonas de poder, conflicto y salida, obteniendo así un cuadro general de criterios jerarquizados de las cuales depende el funcionamiento o estructura del sistema.

- Determinación de los indicadores clave

Los indicadores clave son aquellos que pertenecen o se ubican en las zonas de poder, conflicto y salida. El análisis de los resultados del proceso de identificación de estos indicadores, permite precisar además, para cada una de ellos, sobre cuáles indicadores influye y al mismo tiempo cuáles criterios influyen sobre el, información de gran utilidad para elaborar las estrategias de muestreo y captura de información.

ANEXO 2: EVALUACIÓN MULTICRITERIO *

El proceso que se describe a continuación, dentro de la propuesta metodológica, consiste en la utilización de las técnicas de análisis multicriterio para la calificación o cualificación de los índices complejos de síntesis propuestos (Cuadro 1, en el texto) a partir de los diferentes indicadores.

El procedimiento consiste en realizar la unión por suma ponderada de cada uno de los indicadores por categoría de evaluación, previa calificación por su importancia. El análisis de evaluación multicriterio tiene el propósito de contribuir a la disminución de la subjetividad al calificar y ponderar cada uno de los indicadores al conformar un índice de síntesis. Las técnicas multicriterio, pueden ser llevadas a cabo utilizando el módulo MCA del SIG IDRISI desarrollado por la Universidad de Clark. Para mayor claridad de la técnica utilizada se describen a continuación los fundamentos del método.

¿Por qué una metodología multicriterio?

Porque es necesaria una metodología que logre combinar las dimensiones, escalas, los objetivos y actores que se hallan envueltos en el proceso de toma de decisiones, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y el consenso en los resultados.

Una de las características principales de las metodologías multicriterio es la diversidad de factores que se logran integrar en el proceso de evaluación. La particularidad de cada metodología multicriterio está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, de modo de comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad. Una de las metodologías multicriterio más utilizadas, con fundamentos matemáticos, es el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP).

Los métodos de evaluación multicriterio provienen fundamentalmente del área de Investigación de Operaciones (I.O.). A pesar de ser el enfoque económico uno de los más extendidos en la evaluación de proyectos, éste no suele ser apropiado cuando se trabaja con aspectos intangibles difícilmente cuantificables desde un punto de vista económico. Como ya se ha mencionado, la "Teoría de Evaluación Multicriterio" comprende un conjunto de teorías, modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones, aplicable no sólo al análisis de inversiones sino a una amplia gama de problemas en la gestión tanto privada como pública tales como: Análisis de posicionamiento de marcas en el mercado, medición de percepciones de clientes y selección de tecnologías.

TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO

Se entiende por Técnicas de Decisión Multicriterio el conjunto de herramientas y procedimientos utilizados en la resolución de problemas de decisión, en los que intervienen diferentes criterios, generalmente en conflicto.

* Tomado de: Sara Arancibia, Eduardo Contreras, Sergio Mella, Pablo Torres y Ignacio Villablanca, 2005. *Evaluación Multicriterio: Aplicación para la Formulación de Proyectos de Infraestructura Deportiva.*

METODOLOGÍA: EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO

El Proceso Analítico Jerárquico es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década de 1970 por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty. Con el tiempo se transformó en una de las metodologías multicriterio de mayor aplicación práctica, ese es el motivo por el cual se seleccionó para la aplicación objeto de este trabajo.

Esta metodología propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, de la cual destacan tres principios básicos:

- El principio de la construcción de jerarquías
- El principio del establecimiento de prioridades
- El principio de la consistencia lógica

Los sistemas complejos pueden ser mejor comprendidos mediante su descomposición en elementos constituyentes, la estructuración de dichos elementos jerárquicamente, y la composición o sintetización de los juicios, de acuerdo con la importancia relativa de los elementos de cada nivel de jerarquía más simples son lineales, ascendiendo o descendiendo de un nivel a otro.

Cada conjunto de elementos en una jerarquía como la antes mencionada ocupa un nivel de la jerarquía, El nivel superior llamado Foco, consta solamente de un elemento: el objetivo amplio y global. Los niveles siguientes pueden tener cada uno diversos elementos, aunque su cantidad es generalmente de pequeña –entre cinco y nueve elementos. Debido a que los elementos de un nivel deberán compararse uno con el otro en función de un criterio del nivel superior siguiente, los elementos de cada nivel deben ser del mismo orden de magnitud.

El segundo principio que destaca de este método multicriterio es el establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía. Se propone una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen entre sus componentes. Los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a pares entre ellos con respecto un cierto criterio y de esta manera expresar la preferencia de uno sobre otro. La síntesis del conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridad) entre el total de elementos comparados. De esta forma es posible integrar el pensamiento lógico con los sentimientos, la intuición, (que es reflejo de la experiencia) los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores.

De acuerdo a lo anterior, el primer paso para establecer las prioridades es realizar comparaciones a pares entre elementos de un mismo nivel con respecto del elemento de nivel superior de que dependen. Las matrices de comparación resultan ser la forma más conveniente para esta etapa del proceso, en cada elemento de la matriz se ingresa el valor de la preferencia del elemento, por sobre el elemento. De acuerdo con el procedimiento matemático propuesto por la metodología, una vez completadas las matrices de comparación la obtención de las prioridades se transforma en un problema de vectores y valores propios (la justificación de esta aseveración se señala más adelante) donde el vector propio asociado al mayor valor propio de cada matriz de comparaciones representa el ranking u orden de prioridades mientras que el mayor valor propio es una medida de la consistencia del juicio.

El tercer principio del pensamiento analítico es la consistencia lógica. Los seres humanos tienen la capacidad de establecer relaciones entre los objetos o las ideas, de manera que sean

consistentes, es decir, que se relacionen bien entre sí y sus relaciones muestren congruencia. En este sentido consistencia implica dos cosas: transitividad y proporcionalidad; la primera es que deben respetarse las relaciones de orden entre los elementos, es decir, si A es mayor que C y C es mayor que B entonces la lógica dice que A es mayor que B. La segunda es que las proporciones entre los órdenes de magnitud de estas preferencias también deben cumplirse con un intervalo de error permitido. Por ejemplo, si A es 3 veces mayor que C y C es dos mayor que B entonces A debe ser 6 veces mayor que B, este sería un juicio 100% consistente (se cumple la relación de transitividad y de proporcionalidad).

La escala a que se hace referencia existe en el inconsciente, no está explícita y sus valores no son números exactos, lo que existe en el cerebro es un ordenamiento jerárquico para los elementos. Dada la ausencia de valores exactos para esta escala la mente humana no está preparada para emitir juicios 100% consistentes (que cumplan las relaciones de transitividad y proporcionalidad). Se espera que se viole la proporcionalidad de manera tal que no signifique violaciones a la transitividad.

En la tabla se definen y explican los elementos que forman la escala recomendada para las comparaciones a pares entre los elementos de los niveles de la jerarquía, los valores en ella contenidos representan una escala absoluta, con los que se puede operar perfectamente. En todo caso cabe señalar que el método es independiente de la escala utilizada. De esta manera, el Análisis Jerárquico de Procesos integra aspectos cualitativos y Cuantitativos en un proceso único de decisión, en el que es posible incorporar simultáneamente valores personales y pensamiento lógico en una estructura única de análisis de modo de convertir el proceso que ocurre naturalmente en nuestra mente en un proceso explícito, facilitando y promoviendo la toma de decisiones bajo escenarios multicriterios, promoviendo resultados más objetivos y confiables.

Un supuesto importante implícito en este modelo es que es necesario partir de la base que no existe la decisión "correcta e inmutable" (como si se tratara de un sistema de ecuaciones donde se deba despejar y encontrar el valor exacto de x), esto queda determinado por las percepciones de quienes participan en el proceso, de esta manera las decisiones son subjetivas y dependen de los valores y objetivos personales, del momento, etc. Hay que recordar que los juicios considerados en la evaluación están sujetos a las condiciones impuestas por el escenario existente al momento de realizar el análisis, las decisiones propuestas por el modelo son válidas para esa realidad, en ese instante de tiempo. Para otras circunstancias (otro escenario) es probable que la importancia relativa de los criterios sea diferente.

PROCEDIMIENTO

Para determinar la mejor decisión el método AHP requiere:

1. Definición del problema: En esta etapa debe quedar claramente definido el objetivo general del proceso de decisión junto con los actores involucrados en él.

INTENSIDAD	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento del objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Para transar entre los Valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad i se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad j, entonces j tiene el valor recíproco cuando se la compara con i ($a_{ij} = 1/a_{ji}$)	Hipótesis del método

Además se debe entregar una descripción del ambiente en que se desarrollará el estudio, sus características socio-económicas, ambientales, culturales, etc. dependiendo de los parámetros afectados por los proyectos en cuestión.

2. Definición de actores: Los participantes involucrados en el proceso de decisión deben ser cuidadosamente seleccionados, ya que de estos depende la representatividad del resultado del modelo.

3. Estructurar el problema de decisión en un modelo de jerarquía (Jerarquizar): En esta etapa se debe construir una estructura jerárquica que involucre todos los aspectos de interés, para la jerarquización de las alternativas.

4. Selección de las alternativas factibles: Dentro de todas las posibilidades de proyectos alternativos se seleccionan aquellos que son factibles de realizar bajo un punto de vista de análisis general, donde se consideran criterios tales como la factibilidad técnica o económica.

5. Construcción del modelo jerárquico: Se estructura el problema planteado en una jerarquía de criterios y alternativas. Para esto es necesario definir en una primera instancia los criterios estratégicos que participan en la decisión (Políticos, económicos, sociales, medioambientales, etc.). Por lo general estos criterios son a nivel macro y representan los objetivos perseguidos por el proyecto. Una vez hecho esto, se procede a desglosar cada uno de los criterios definidos en la etapa anterior hasta llegar a un nivel de especificación que permita un fácil análisis y la comparación de las alternativas.

6. Ingreso de los juicios: En base a la información obtenida o a la percepción de los actores del proceso se ingresan los juicios para cada par de elementos. Se comienza del primer nivel, dónde se encuentran los criterios estratégicos, se compara su importancia relativa con respecto del logro del objetivo general, luego se desciende en los niveles jerárquicos, siempre realizando comparaciones de a pares referidos al nivel inmediatamente superior, hasta llegar al último nivel donde se encuentran las alternativas, las que son evaluadas en base a criterios técnicos más fáciles de tratar.

7. Síntesis de los resultados: Como se explicó en los párrafos anteriores, por medio de comparaciones entre pares de elementos con respecto a su nivel inmediatamente superior y, gracias a la propiedad de transitividad entre los elementos, es posible establecer un orden de prioridades para las diferentes alternativas, orden que, dependiendo de la problemática, enfrentada representa la decisión a adoptar.

8. Validación de la decisión: Para otorgar mayor confiabilidad a la decisión se debe establecer el intervalo de variación del peso relativo de los criterios estratégicos que soporta la decisión sin cambiar de alternativa propuesta, para esto se realiza un análisis de sensibilidad dónde se analizan diversos escenarios posibles, determinando los puntos de corte para el peso de cada uno de los criterios.

ANEXO 3: DIAGRAMA METODOLÓGICO PARA EL ABORDAJE DEL COMPONENTE AMBIENTAL (SUBSISTEMAS FÍSICO Y BIÓTICO) DENTRO DE LA EASE-IIRSA





