
ASPECTOS CONCEPTUALES DE LA EVALUACIÓN DEL GEOPOTENCIAL CON FINES DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

ELKIN VELÁSQUEZ M.

Investigador Facultad de ciencias sociales y humanas
Universidad Externado de Colombia, Bogotá D.C., Colombia
e-mail: elvelasquez@yahoo.com

Resumen.

Elementos conceptuales inspirados en los principios de la planificación territorial son propuestos para una mejor incorporación de las ciencias de la tierra en dicho ejercicio. Estos elementos están orientados, además de propender por una mayor componente endógena, según tres aspectos fundamentales: una mayor consideración de las potencialidades naturales locales, una mayor participación de los actores sociales en las decisiones y la incorporación adecuada de la información territorial disponible. Para los actores de las ciencias de la Tierra, el interés actual radica en el desarrollo de métodos y técnicas que permitan incorporar en esta visión de la planificación territorial, los conocimientos del medio físico. Desde la perspectiva de la interfase (o el vacío) científicos-planificación y toma de decisiones, se desarrolla una metodología para la incorporación del medio físico en el ordenamiento del territorio. Este artículo se concentra en la primero de las tres grandes fases de la planificación territorial: análisis de potencialidades, prospectiva y selección de alternativas. Se reintroduce el concepto de geopotencial. El análisis del geopotencial aborda tres problemas: valoración, representación y comunicación. Desde una visión dinámica y si se quiere constructivista del medio ambiente, el problema del valor ambiental se asocia a la visión y las expectativas generales de la sociedad y sus decisores. Cuatro dimensiones de valor ambiental son propuestas: valor “mínimo necesario”, valor estratégico, valor patrimonial y valor de sensibilidad. Un sistema de indicadores de geopotencial permite estructurar de una mejor manera la información sobre el medio físico. A nivel del problema de representación, una serie de documentos cartográficos permiten sintetizar el geopotencial “bruto” o por dimensión de valor. Dicha representación facilita los procesos de comunicación y decisión. La flexibilidad de la metodología permite su adaptación a diferentes contextos de información y de necesidades en la montaña colombiana y en otros países de América Latina.

Palabras clave: Ordenamiento territorial, análisis territorial, Colombia, medio ambiente, geopotencial, indicadores ambientales, medio físico, ordenamiento ambiental territorial, planificación ambiental, prospectiva ambiental, Región Andina.

CONCEPTS ON GEOPOTENTIAL ASSESSEMENT FOR SPATIAL AND REGIONAL ENVIRONMENTAL PLANNING

Abstract.

This article discuss some concepts to introduce in geosciences vision from a land use and regional planning point of view. Those aspects looks for a satisfactory land use distribution, based on a more endogenous territo-

rial development with a bigger involvement of natural potentialities, stakeholders participation on decision-making process and availability of information even limited on quality. For geoscientists, a development process of tools is necessary to improve the integration of physical environment knowledge on land use planning. From a scientist - decision-maker interface (or gap) point of view, a three phases general methodology is proposed including: natural potential assessment in terms of environmental value, prospective analysis and criteria for alternative choice. This article concentrate in the first of them. The concept of geopotential is developed. Following a dynamic or constructivist perspective of environment, the question of geopotential value emphasize on social needs or expectations. Four measurements of environmental values are proposed : "minimum needs" value, strategic value, patrimonial value and sensitivity value. New maps and documents are produced as a tool to facilitate decisions and communication between scientist and stakeholders. Flexibility of such a methodological approach permits to consider its application to different contexts, with differences in needs and information availability, on mountainous regions of Colombia and even Latin America.

Key words : Andean region, Colombia, land-use planning, environment, environmental decision-making, environmental indicators, environmental planning, environmental prospective, geopotential, physical environment, regional planning, territorial analysis.

ASPECTS CONCEPTUELS DE L'ÉVALUATION DU GEOPOTENTIEL DANS LA PLANIFICATION DU TERRITOIRE

Résumé.

Cet article propose l'application de nouveaux éléments conceptuels dans les géosciences apportés depuis la planification du territoire. Ces éléments sont orientés tout d'abord et en plus des spécificités propres au milieu par l'intérêt d'un développement territorial plus endogène qui considère davantage les potentialités naturelles locales, une plus grande participation des acteurs territoriaux dans les décisions et qui prend en compte la faible qualité de l'information. Il est question de proposer des nouvelles méthodes aux acteurs des sciences de la Terre qui s'interrogent sur les moyens permettant d'insérer dans cette vision planificatrice les connaissances du milieu physique. Placée dans une interface scientifiques-planificateurs, une méthodologie de prise en compte du milieu physique, ou du géopotential, dans la planification environnementale du territoire est proposée. De trois phases principales de tout le processus (analyse des potentialités, prospective et choix d'alternatives) l'article se concentre sur la première. Le concept de géopotential est récupéré pour la planification territoriale. L'analyse du géopotential relève de trois problèmes à la fois : valorisation, représentation et communication. Dans une vision constructiviste de l'environnement, la question de la valeur du géopotential est associée d'une façon très importante aux visions et aux attentes générales de la société et de ses décideurs. Quatre dimensions de valeur sont proposées : valeur "minimum nécessaire", valeur stratégique, valeur patrimoniale et valeur de sensibilité. Un système d'indicateurs de géopotential permet de mieux structurer l'information. Au niveau de la représentation, des documents cartographiques et des synthèses du géopotential "brut" ou par dimension de valeur visent à faciliter les processus de communication et de décision. Etant donné que le travail se base sur l'information existante, la méthodologie intègre une analyse préliminaire de l'incertitude des résultats liée à la qualité et à l'état de cette information. La flexibilité de la méthodologie permet son adaptation à des contextes différents d'information et à de besoins particuliers d'autres zones de la région montagneuse colombienne et dans d'autres pays de l'Amérique Latine.

Mots-clés : *Aménagement du territoire, analyse territoriale, Région Andine, Colombie, environnement, géopotential, indicateurs environnementaux, milieu physique, planification environnementale du territoire, prise de décision environnementale, prospective environnementale.*

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de desarrollo sostenible y de planificación ambiental se sustentan en la información sobre los diferentes aspectos del medio ambiente. Sin embargo, es común que, al interior de un universo multidisciplinario, y sobretodo de necesidad de propuestas y acciones rápidas, existan problemas en la comunicación entre los responsables de conducir los procesos de toma de decisiones y los responsables de generar la información básica.

En lo que al conocimiento del medio físico se refiere, la información ha sido tradicionalmente producida por geocientíficos para...geocientíficos. No es raro entonces que en los procesos de planificación del territorio no se hayan incluido convenientemente dichos aspectos, muy a pesar de que muchos de los problemas ambientales están asociados directamente con el desconocimiento o la omisión de los aspectos relativos al medio físico: desastres naturales, pérdida de suelos, agotamiento de recursos hídricos, contaminación de recursos, subutilización de posibilidades ofrecidas por el medio natural, etc.

Algunos autores han propuesto, bajo consideraciones similares a las anteriores, una serie de indicadores -los geoindicadores (Berger, 1996)- destinados a facilitar la integración del medio físico en los procesos de gestión ambiental, particularmente en los reportes de estado del medio ambiente y en los estudios de impacto ambiental. Sin embargo, para fines de planificación ambiental, proceso en el que la consideración de las potencialidades ambientales constituye un aspecto capital, la información denominada geocientífica aún continúa siendo del dominio de los técnicos y poco se ha integrado de manera definitiva en estos procesos.

Este documento plantea una serie de elementos conceptuales básicos tendientes a construir una posibilidad metodológica que permita la consideración más apropiada del medio físico en los procesos de planeación territorial. Estos elementos forman parte del desarrollo de la tesis de doctorado del autor (*Contribution méthodologique á la prise en compte du milieu physique dans la planification environnementale du territoire en zone montagnaise de Colombie*) desarrollada en la Universidad de Grenoble I, con el apoyo de Colciencias.

2. CONSIDERACIONES GENERALES DESDE CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DIRECTORES

Pensar en la consideración del medio físico en los procesos de planificación del territorio implica explorar previamente en una serie de conceptos e ideas básicas que van a ser determinantes en la configuración de una metodología.

2.1 Perspectiva desde el concepto de desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible se entiende de manera simple como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir las suyas (Comisión de Naciones Unidas sobre Medio ambiente y Desarrollo, 1987). Diferentes escuelas han aportado variaciones al concepto y con base en ellas gran cantidad de autores han entrado en el debate de la significación del concepto y sobretodo de la manera de medirlo.

Si bien teóricamente el concepto es de fácil aceptación (refiriéndose a la definición anterior del Informe Brundtland), en contraste se encuentra que es difícil proponer modelos y ejemplos prácticos y por ende proponer formas inequívocas de planeación del territorio desde la perspectiva del desarrollo sostenible. De la misma manera, resulta igualmente difícil medir la sostenibilidad del territorio.

Existe por ejemplo la dificultad de referirse a la sostenibilidad a nivel de los recursos naturales no renovables. En estos casos (recursos minerales, materiales de construcción, etc.) será posible referirse a lo sumo a la sostenibilidad de la actividad, como en el caso de la construcción sostenible (Huttler, 1998), más allá de la sostenibilidad de los materiales de construcción. Para Cendrero (1996) resultaría mas apropiado definir aquello que no es sostenible.

¿Cómo “planear la sostenibilidad del territorio” o medir el “grado de sostenibilidad” del mismo a partir de un concepto fácil de aceptar pero difícil de interpretar? La preocupación de muchos autores ha girado en torno a la manera de medir la sostenibilidad. Para tal fin se han propuesto los indicadores de sostenibilidad, generalmente

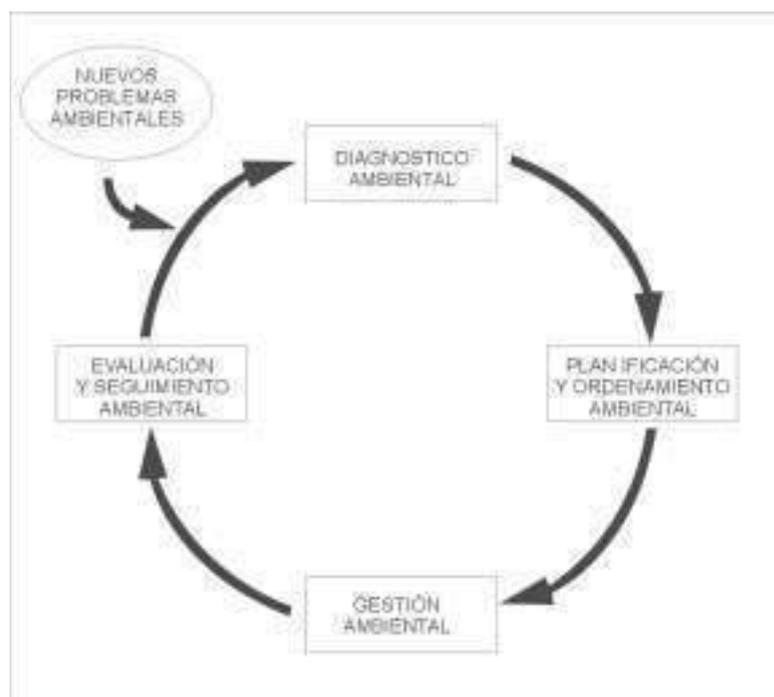


Figura 1. Esquema del ciclo de decisiones ambientales (tomado de Velásquez, 2000).

como una combinación de indicadores socioeconómicos y ecológicos.

Desde la perspectiva ecológica, la sostenibilidad de un territorio implica llevar a cabo un análisis del estado del medio ambiente sometido a presiones antrópicas. En los países de alto producto interno bruto este es el principal punto de referencia. Cabe preguntarse cómo abordar la sostenibilidad en un territorio en vía de desarrollo. En estos, el desarrollo sostenible implicaría necesariamente la consideración sobre las posibilidades de imprimir una componente endógena mayor basada en las potencialidades ambientales. En este sentido se requiere de indicadores que, en los términos de Fricker (1998), permitan considerar nuevas direcciones de cambio y nuevas visiones de desarrollo antes que un estado deseable del desarrollo. Estos elementos resultarán fundamentales a la hora de concebir las características de la planificación territorial en la cual se desea incorporar el medio físico.

2.2 Elementos de la toma de decisiones ambientales

La solución a la problemática ambiental y territorial puede concebirse de una manera más coherente a través de una visión estratégica de toma de decisiones que permita integrar la mayor parte de actores involucrados. Para que dicha concepción responda a una visión global y de largo plazo se requiere de un hilo conductor, de un modelo estratégico de referencia que permita la coherencia entre los diversos procesos de toma de decisiones y en cuyo interior, cada acción tendiente a solucionar un problema constituya una táctica, relativamente de corto plazo, que haga parte de dicha estrategia general y que en lugar de resultar una acción aislada, coadyuve a la realización de la estrategia general.

Puede resultar extraño que desde el medio físico se reflexione sobre un modelo operacional de toma de decisiones ambientales y de ordenamiento territorial. Sin

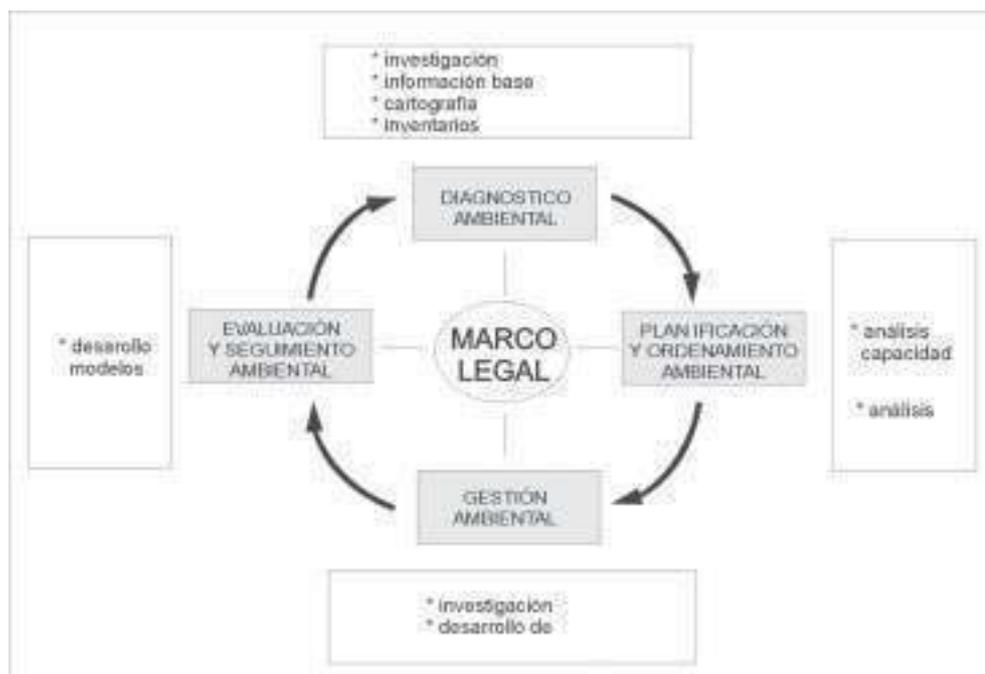


Figura 2. Principales aspectos de interés en cada fase del ciclo de toma de decisiones

embargo, tal vez muchos de los problemas suscitados en el pasado en cuanto a la no inclusión de las variables y las metodologías propias del trabajo de los geocientíficos han tenido su origen precisamente en un hipotético divorcio entre la toma de decisiones y la geociencia. A partir de aquí cobra gran importancia una lectura, así sea simple, del proceso de toma de decisiones políticas desde una perspectiva técnica pero concebida desde “la otra rivera del río”, es decir, desde la perspectiva de las políticas públicas.

La representación clásica de un ciclo de decisiones políticas también puede ser adoptada para estructurar las diferentes fases que normalmente se tienen en cuenta al abordar una problemática ambiental; se puede plantear un ciclo de decisiones ambientales (Figura 1) considerando cuatro fases: el diagnóstico ambiental, la planificación y el ordenamiento ambiental, el manejo ambiental y por último la evaluación y el seguimiento ambiental. El ciclo

se presenta como una secuencia ideal de fases, a sabiendas que a menudo, la realidad obliga a no seguirlo de manera estricta.

Cada una de las fases del ciclo de toma de decisiones ambientales permite asociar un tipo determinado de interés, que tiende a facilitar la integración desde diferentes perspectivas. A su vez, el conjunto de fases interactúa en una especie de sistema dinámico con el marco legal existente en el país (Figura 2). Este marco legal direcciona cada una de las fases del ciclo, a la vez que responde a la evolución de cada una de ellas, en especial de las de Planificación y Ordenamiento y Gestión y Manejo Ambiental.

El interés particular de cada una de las fases se pone en práctica en el modelo a través de una serie de grandes acciones o instrumentos. Para el caso de la planificación ambiental varios instrumentos permiten su operacionalización: métodos de análisis de potencial ambiental, métodos prospectivos, métodos de ayuda a

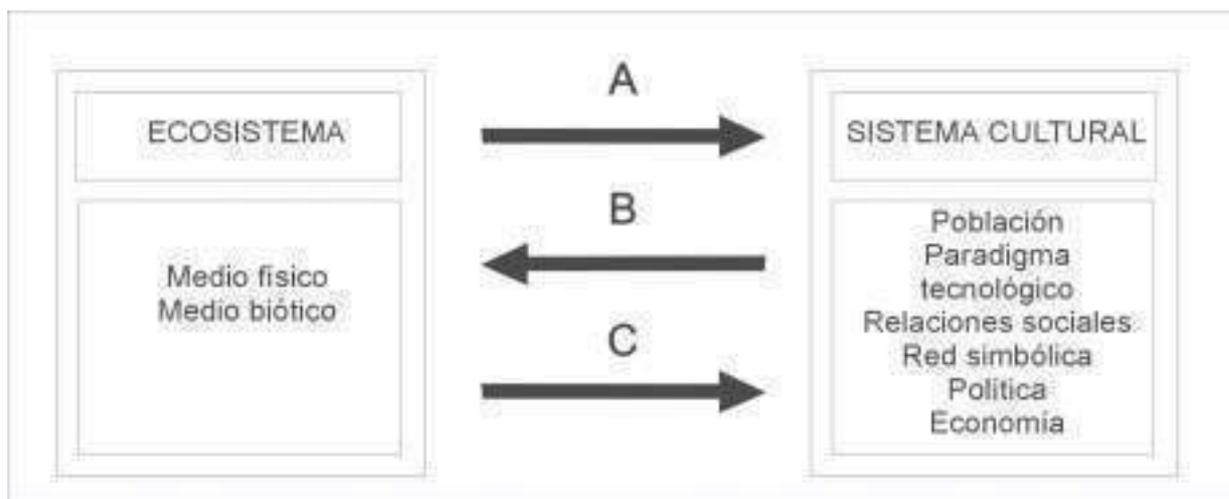


Figura 3. Hacia un modelo de la problemática ambiental: el modelo “Ecosistema y Cultura” (Adaptado de Angel, 1996).

toma de decisiones. En esta perspectiva, los indicadores utilizados están claramente orientados a sustentar un proceso de planificación ambiental del territorio.

2.3 Un modelo ambiental

Pensar en indicadores ambientales implica partir de un modelo de medio ambiente y de la problemática ambiental. Angel (1996) ha propuesto un modelo que entiende el medio ambiente como la interrelación o la sinergia entre el medio natural y la cultura. Dicho modelo se plantea a continuación. En principio, el hombre interviene el medio natural puesto que su desarrollo cultural le crea una serie de necesidades que pueden ser satisfechas por éste (Figura 3). El medio natural ofrece tanto los recursos y el espacio para satisfacer las necesidades humanas (hábitat, alimentación, tecnología, comunicación, diversión, trabajo, etc.), como algunas restricciones asociadas a las amenazas naturales y a la capacidad de acogida de los ecosistemas (A). Este potencial del medio físico, referido a los recursos, el espacio y las restricciones, está distribuido de una cierta manera no regular en el territorio. Así, el hombre, soportado por su sistema cultural interviene y aprovecha el medio natural (B).

Adicionalmente los recursos y el espacio tienen características de finitud y de vulnerabilidad por lo que surgen los problemas que inicialmente se denominan de desarrollo: las sociedades no han controlado de manera inteligente la distribución de sus actividades para resolver sus necesidades y se generan por ende (C) patologías sobre el medio natural, que constituyen el síntoma del denominado problema ambiental.

2.4 La perspectiva del desarrollo endógeno en la planificación territorial

Más recientemente, los análisis teóricos del crecimiento económico han comenzado a proponer nuevas visiones. De manera simple, la función tradicional de crecimiento económico está fundada en tres aspectos principales: capital, recurso humano empleado y nivel tecnológico. El nivel tecnológico ha sido considerado tradicionalmente como una función del tiempo que refleja la tendencia exógena del progreso técnico. Autume (1995) describe una nueva tendencia en la teoría económica, para hacer de este factor tecnológico una variable endógena cuya evolución se refleje en un capital (el capital de conocimientos científicos) y un desarrollo de sa-

ber-hacer apropiado a las necesidades y al potencial local.

Una posición desde la dimensión ambiental permite plantear la cuestión de la posición del medio natural frente a esta visión del desarrollo endógeno. Tradicionalmente el conocimiento de los recursos naturales se asocia principalmente a la determinación del capital de recursos (aunque esto no se traduce necesariamente en las decisiones que permiten la utilización “apropiada” de estos recursos). La teoría del crecimiento endógeno, permite plantear desde la perspectiva de las decisiones ambientales que el mejor conocimiento del medio natural y de sus potencialidades, así como su explicitación, puede ayudar a identificar y a considerar mejor una serie de sectores o de aspectos del medio natural que, dados su valor y su importancia para un territorio, ameritan una concentración del desarrollo del saber-hacer.

La consideración del medio natural en la toma de decisiones políticas puede también mejorar las perspectivas de una mayor componente endógena en el desarrollo territorial.

2.5 Consideraciones preliminares sobre la planificación ambiental

El ejercicio de la planificación o del ordenamiento territorial conduce en general a una reflexión sobre la organización de las actividades humanas sobre el territorio. Un análisis de las diferentes experiencias metodológicas permite constatar una serie de particularidades:

- una adaptación a un contexto geográfico y cultural particular
- una reflexión asociada en general a visiones disciplinarias
- una serie de nombres diferentes en función de la visión disciplinaria y del contexto mismo (planificación socioeconómica, planificación forestal, ordenamiento minero, planificación de recursos hidráulicos, planificación ecológica, etc.)

En América Latina hizo carrera en los años 60 a 80 la planificación para el desarrollo (Planificación regional), la cual obviamente respondía al contexto de naciones en vía de industrialización, frente al aumento de los problemas ambientales globales y siguiendo las tendencias in-

ternacionales (Club de Roma, Informe Brundtland, Cumbre de Río de Janeiro), comenzó a plantearse la planificación ambiental como una de las alternativas metodológicas a considerar. Desde la visión de planificación del desarrollo (visión principalmente económica) se comenzó a hablar de la dimensión ambiental de la planificación del desarrollo. Por otra parte, el concepto de la planificación de recursos (principalmente hidráulicos y edafológicos) comenzó a orientarse hacia la planificación ambiental.

Dicha planificación ambiental ha sido considerada como la organización del territorio basada en la vocación de la Tierra y en la capacidad de carga de los ecosistemas. En los términos de Gómez Orea (1994) se trata de hacer uso de una especie de “determinismo geográfico” en la construcción de un modelo territorial. Un gran número de experiencias metodológicas “clásicas” responden a esta perspectiva: CSIRO, McHarg, Hills, NEPA, etc.

La legislación ambiental de algunos países como Colombia han adoptado el término (sin traducción literal al francés o al inglés) de Ordenamiento Ambiental Territorial.

Adicionalmente, parece haber un consenso sobre la necesidad de dejar atrás las visiones sectoriales (planificación económica, planificación física o espacial) y de optar por visiones transdisciplinarias. Se debe reconocer sin embargo que el camino a recorrer es aun largo, si se considera que las disciplinas en particular deben desarrollar nuevos métodos y técnicas para su integración en visiones globales de la problemática territorial y ambiental.

En general, los aportes a la construcción metodológica de la planificación ambiental pueden localizarse en alguna de las siguientes tendencias:

- aquella que frente a una planificación económica o determinada por las leyes del mercado propenden por una antítesis desde el campo opuesto, es decir, una planificación que siga la “vocación natural” del territorio.
- aquella que centra el análisis territorial en la interfase hombre-medio natural y que busca una compatibilidad entre los sistemas naturales y los sistemas antrópicos.

Ahora bien, no son pocos los países latinoamericanos en los que se hace referencia frecuente a sus riquezas naturales (a nivel de educación escolar, a nivel del discurso político, etc.). Vale la pena preguntarse sobre el lugar

que se da a dicha “riqueza natural” como base para la planificación territorial.

Desde otro ángulo, la planificación territorial debe incorporar igualmente la participación ciudadana. Existen igualmente importantes trabajos de participación comunitaria en los procesos y proyectos de desarrollo. Surge aquí la inquietud sobre la forma de conciliar la participación ciudadana al interior de una metodología de planificación ambiental. Teniendo en cuenta que las metodologías de planificación y ordenamiento responden a una racionalidad particular, cabe preguntarse cómo conciliar dicha racionalidad (principalmente técnica-urbana) con visiones culturales propias a los diferentes actores.

La visión de la planificación ambiental que se expresa aquí considera una serie de elementos esenciales:

- Localizarse en el análisis territorial de la interfase hombre-naturaleza
- Considerar de manera más importante en las decisiones territoriales el patrimonio natural (en el sentido amplio del término) como una posibilidad de desarrollo endógeno.
- Incorporar el consenso como uno de los objetivos principales frente la existencia de conflictos ambientales y de uso del territorio resultado de la existencia de diferentes visiones territoriales.

En tal sentido una aproximación al concepto de planificación (o de ordenamiento) ambiental del territorio desde la realidad colombiana permite plantearlo como **un proceso de organización del espacio y de las actividades territoriales que permita establecer e implementar modelos de desarrollo endógeno o al menos incorporar un mayor número de componentes endógenas en el modelo de desarrollo, a partir de un consenso multi-actores sobre la compatibilidad aceptable entre los valores ambientales del territorio y las aspiraciones sociales.**

Para el desarrollo metodológico de esta concepción de la planificación ambiental del territorio, conviene hacer una consideración desde la perspectiva de la estrategia y la táctica (Smith et al., 1993). La estrategia contempla un análisis prospectivo de mediano a largo plazo y de visión regional. En este sentido el trabajo de planificación ambiental se puede concentrar en la construcción y el análisis de modelos territoriales que constituirán el grue-

so de las diferentes alternativas que serían analizadas al interior de un proceso de toma de decisiones. Un análisis de largo plazo se inscribe igualmente en la necesidad e importancia de la coordinación regional (por ejemplo al interior de regiones ambientales) de actividades y de gestiones locales (TCPA, 1993; Londoño et al, 1997).

La táctica contempla específicamente la estructuración de dichas actividades y gestiones de tipo local. Dado que la situación de la problemática ambiental y territorial lleva siempre a una premura (al menos a nivel de la administración y frente a una expectativa social constante de soluciones en el corto plazo) la mayor parte de experiencias de planificación se pueden inscribir en la práctica de la planificación táctica. En este sentido, es normal que se dé prioridad a la estructuración de proyectos y actividades en el corto plazo.

Si bien esto es comprensible, resulta peligroso pues fácilmente se puede “emprender el camino sin conocer el punto de llegada”. En este sentido se puede considerar la importancia de la frase que ha hecho carrera en los últimos años: “pensar globalmente y actuar localmente”. El ideal estaría en realizar una reflexión estratégica profunda y apropiada, identificando las acciones tácticas que, inscritas en un modelo territorial planteado, permitan un mayor impacto y permitan a los decisores responder a las expectativas sociales, al tiempo que se mantiene presente la dirección hacia la cual se tiende: la implantación de un modelo territorial definido y objeto de un consenso.

En el caso de este documento, se está abordando la perspectiva que en la práctica es menos operativa: la visión estratégica y regional, y para ella Velásquez (1999) ha propuesto un esquema metodológico general que posteriormente servirá de base para la inserción del medio físico (figura 4).

3. EL PAPEL DEL MEDIO FÍSICO EN LA PLANIFICACION TERRITORIAL

3.1 La importancia del medio físico

Desde un punto de vista global, de planificación estratégica y de políticas ambientales, el medio físico, entendido como los diferentes elementos predominante-

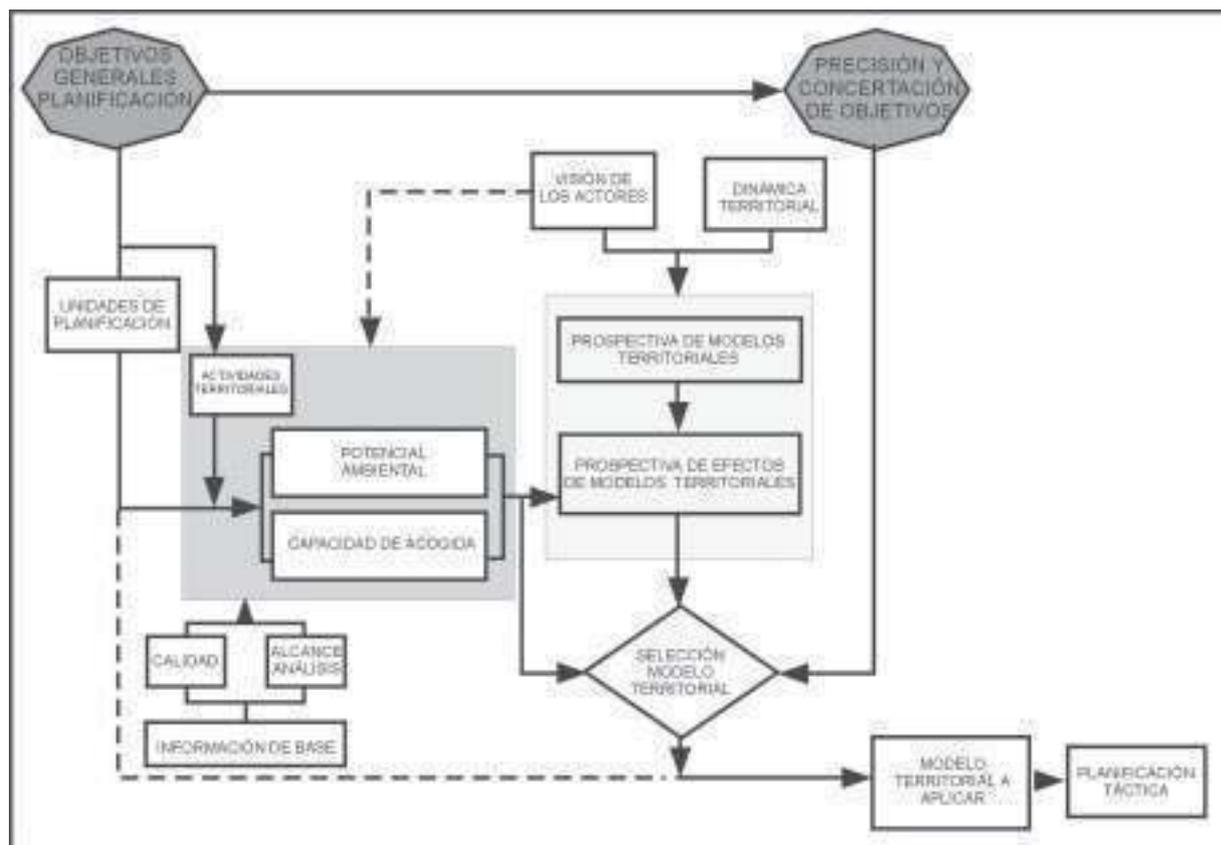


Figura 4. Aspectos metodológicos esenciales de la planificación ambiental del territorio con énfasis en la planeación estratégica (Velásquez, 1999).

mente abióticos del medio natural con sus procesos y sus relaciones con el medio biótico, forma parte de las potencialidades ambientales y su consideración puede llegar a tener una importancia capital, sobretudo en países que como Colombia han expresado tradicionalmente muchas de las expectativas de desarrollo en sus recursos naturales (Samper, 1991). Más allá, en una metodología de planificación ambiental territorial, el medio físico es parte fundamental en la lectura de las potencialidades ambientales del territorio (Figura 4) y es básicamente sobre ese punto que se trabajará en adelante.

Ahora bien, en la concepción de un modelo territorial el medio físico juega un papel triple (figura 5). Siguiendo el modelo de Ángel (figura 3) se puede encontrar que el medio físico posibilita las actividades dada la oferta que constituye, recibe la presión de actividades humanas y, en respuesta, cuando ocurre una presión excesiva, se producen respuestas en términos de una serie de conflictos ambientales.

La primera relación entre el medio físico y el sistema cultural, va a resultar esencial en el análisis de modelos territoriales expresados en función de la organización espacial de actividades territoriales (Figura 6) en la medi-



Figura 5. Papel del medio físico en las diversas interrelaciones entre el sistema natural y el sistema cultural.

da en que el medio físico es soporte físico de actividades (sitio de implantación), generador de recursos (fuente), generador de paisajes (escena natural), geotopo (soporte de vida), receptor de desechos (receptor), generador de peligros (amenaza natural).

Como fuente de recursos el medio físico comprende tanto aquellos que pueden considerarse como el mínimo necesario (agua, suelo), como aquellos que permitirán la generación de energía y la implantación de actividades industriales (agua, suelos, minerales...). Como sitio de implantación de infraestructura urbana o de otro tipo, el medio físico va a presentar una serie de condiciones particulares (relieve, características mecánicas de rocas o de suelos). La rareza o la importancia paisajística llevan a considerar igualmente el valor del medio en tanto que escena (calidad escénica, calidad científica), en cuyo caso, el medio constituye un recurso patrimonial para actividades de tipo ecoturístico, científico o de esparcimiento.

El medio físico también está destinado a recibir (en suelos, aguas y rocas) los residuos que resulten de las acti-

vidades humanas: efluentes líquidos (pesticidas, aguas servidas, efluentes industriales, etc.), desechos sólidos (desechos domésticos, materiales estériles, etc.). Finalmente, varios fenómenos propios del medio físico (sismicidad, volcanismo, dinámica fluvial, erosión, etc.) pueden provocar desastres naturales.

3.2 El concepto de geopotencial

Teóricamente, el desarrollo sostenible de una sociedad debería ser más fácil si esta cuenta, por una parte, con recursos territoriales identificados y valorados y si, por otra parte, las restricciones del medio son igualmente identificadas y valoradas en cuanto a la amenaza o el impacto potencial que representan.

El geopotencial representa la totalidad de recursos y de restricciones inherentes al conjunto de elementos del medio físico y la medida de su importancia tanto patrimonial o de conservación, como estratégica o de producción económica y de sensibilidad o afectación potencial del medio o de la sociedad. Los recursos son principalmente geológicos,

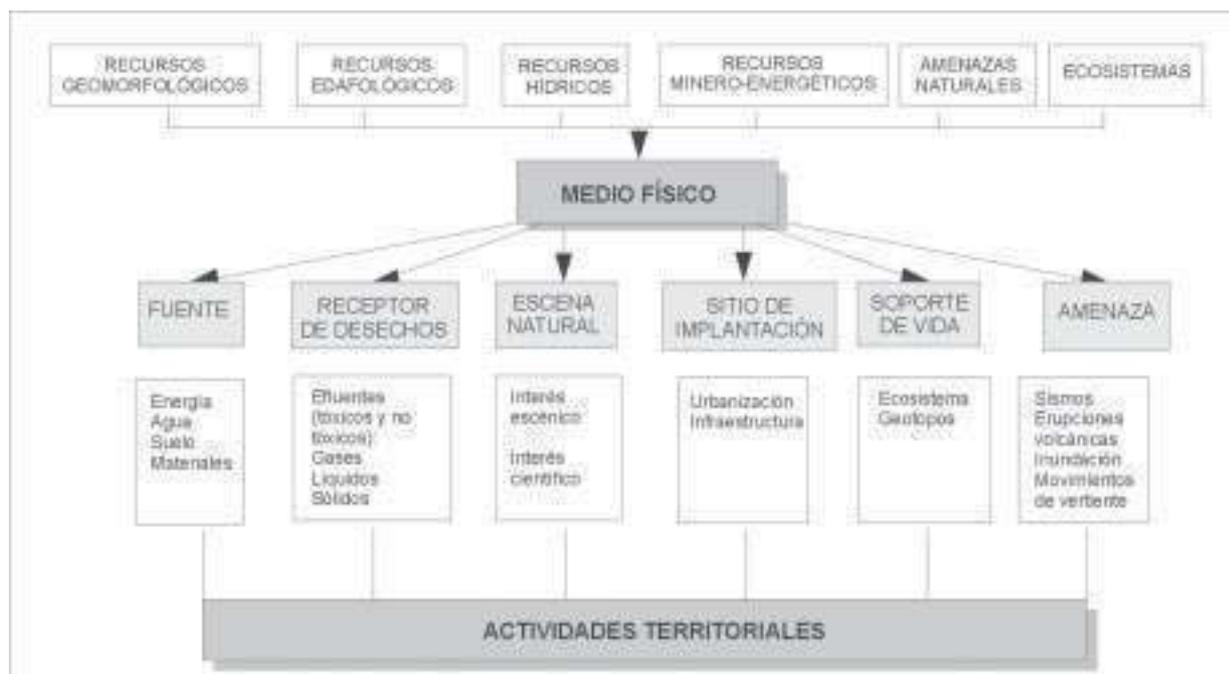


Figura 6. Importancia del medio físico en la planificación ambiental del territorio.

geomorfológicos, hídricos, edafológicos, minerales, paisajísticos; las restricciones están asociadas principalmente a la litología, a las amenazas naturales y a la fragilidad de los ecosistemas

Esta noción de geopotencial se inscribe en el análisis de las potencialidades ambientales propio de la planificación ambiental territorial (Figura 4). Varias nociones utilizadas en otras áreas del conocimiento tales como el “stock de recursos”, el “capital natural” o la “vocación natural” de tierras pueden servir de base para el análisis del geopotencial.

El término tiene algunos antecedentes. Autores como Becker (Platen et al 1987) han elaborado el Mapa Geocientífico de Potencial Ambiental Natural (*Geoscientific Map of the Natural Environment's Potential -GMNEP*) para

expresar a los planificadores la importancia de la geología. Luttig (1989) utilizó el término de geopotencial para referirse a la “parte del medio ambiente determinada por las condiciones geológicas”.

En el concepto aquí propuesto, se consideran además de los aspectos litológicos, los aspectos relativos a los minerales, las aguas, los suelos, las amenazas naturales y los ecosistemas que se relacionan con el medio físico.

El análisis del geopotencial resulta adaptable al proceso de planificación ambiental en la medida en que se puede disponer de los medios de valorar el medio físico a través de procedimientos que facilitan la tarea de explicitar y explicar la idea de potencialidad, así como la su comunicación correcta a los

decisores, planificadores y actores en general, y esto incluyendo también la incertidumbre inherente al proceso de valoración.

Esta concepción del geopotencial lleva al uso y desarrollo necesario de una serie de herramientas (mapas, indicadores, gráficos, sistemas) y de métodos (de integración, de representación, de consulta, etc.) que facilitan en últimas su incorporación en el proceso de planificación ambiental del territorio. En este documento el análisis del geopotencial se aborda desde una perspectiva triple: de valoración, de representación y de comunicación. En el desarrollo de dichos procesos van a aparecer los indicadores de geopotencial como uno de los instrumentos más importantes para facilitar el camino.

4. ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS INDICADORES AMBIENTALES Y DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Desde el punto de vista técnico, Winograd et al. (1996) subrayan la importancia de estructurar la información para la toma de decisiones. Debería ser posible medir el grado de evolución de una región hacia un modelo territorial sostenible o aun el grado de evolución de un problema territorial o ambiental preciso. El capítulo 40 de la Agenda 21 (Información para la toma de decisiones), recomienda el desarrollo de indicadores de desarrollo sostenible.

Posteriormente a la reunión de Río-92, varios trabajos internacionales han llevado a cabo una serie de reflexiones sobre los indicadores ambientales. En general la mayor parte de las aproximaciones se apoyan en la interacción entre el sistema cultural y el sistema natural. Rachetin et al. (1997) encuentra una serie de puntos importantes alrededor de los cuales giran en general las diferentes aproximaciones de los sistemas de indicadores. Con algunos ajustes, estos puntos consideran:

- la organización de una estructura de indicadores que permita la explicitación de los principios de base que la han sustentado
- la ubicación de los indicadores en un contexto de desarrollo sostenible.

- el posicionamiento en relación con contextos mas amplios (nacionales o internacionales)
- la georeferenciación
- la pertinencia política
- la orientación hacia una normatividad participativa
- la relación con la prospectiva
- el dimensionamiento apropiado : indicadores apropiados a cada problema particular
- la cantidad de indicadores : la pertinencia de índices únicos
- la innovación y el pragmatismo

Uno de los modelos mas utilizados para la estructuración de los sistemas de indicadores es el de Presión-Estado-Respuesta (P-E-R) desarrollado por la OCDE (1991, 1993). Wetering y Opschoor (1994) hacen énfasis en las presiones ambientales a través de la noción de espacio ambiental (o espacio de utilización ambiental). Adriaanse (1993) y SCOPE (1995) por su parte hacen hincapié en los aspectos de estado a través de la consideración de las diferentes funciones del medio natural.

Rachetin proponen un sistema de indicadores con arquitectura modulable (Rachetin et al 1997). Se trata de una estructura completamente “integrada pero que al mismo tiempo puede ser descompuesta en varios módulos, cada uno con cierta homogeneidad y especificidad”. Este modelo propone un modulo central de dinámica de actividades y estructura del desarrollo ligados a módulos de dinámica y calidad patrimonial y del capital, a módulos de satisfacción de necesidades de las generaciones y finalmente a un módulo de adaptación a lo imprevisible.

Por otra parte, también se han propuesto indicadores para visiones de tipo sectorial. Para actividades particulares se pueden contar: agricultura (Rachetin et al., 1997), materiales de construcción (Hutter, 1998), industria en términos de buen desempeño ambiental (ICCA, 1994). Para aspectos específicos se pueden contar los geoindicadores generales (Berger, 1996; Elliot, 1994) o específicos (Viana y Velásquez, 1996; Encinales, 1997)

Desde el punto de vista de la toma de decisiones (Figura 1), la mayor parte de los métodos se inscriben en la fase de gestión ambiental y de evaluación y seguimiento. En este sentido, la reflexión general sobre los sistemas de indicadores se basa principalmente en el paradigma

causa-efecto, tal es el caso particular de los modelos P-E-R. Esto se explica por el hecho que se ha dado mayor prioridad a la orientación hacia los informes de estado del medio ambiente o los estudios de impacto ambiental, propios de la visión de seguimiento y control, de evaluación del buen desempeño ambiental o de evolución hacia la sostenibilidad.

Estas fases, muy importantes en todo caso, incluyen de manera somera el problema de las potencialidades ambientales. El análisis de dichas potencialidades se encuentra en la fase de planificación, que en una visión estratégica debería determinar la orientación del desarrollo territorial y la realización de las fases mencionadas. Solamente la arquitectura modular de Rachetin propone un módulo para “describir de la manera mas precisa posible el estado del patrimonio (Rachetin et al (1997) (capitales, fondos, stocks) y de su evolución. Se trata principalmente de construir indicadores de riqueza y de rareza (Giarini, 1981 en Rachetin et al., 1997).

Se trata de abordar todos los elementos patrimoniales tanto de manera cuantitativa como cualitativa (ritmo de producción, diversidad, vulnerabilidad, rareza, etc.). Del conjunto de elementos patrimoniales, debería darse prioridad a aquellos que no se pueden reproducir y en particular a los elementos más ricos y vulnerables del patrimonio natural (Rachetin et al, 1997). Esta visión concuerda perfectamente con la idea de dar un papel mas importante a los elementos patrimoniales en las prioridades del desarrollo de saber-hacer y por ende a aumentar la componente endógena en el desarrollo territorial.

Ahora bien, los sistemas de indicadores ambientales y de sostenibilidad deben adaptarse a las diferentes escalas de trabajo, teniendo en cuenta siempre la facilidad para pasar de una escala a otra. Lo más importante sin embargo es su adaptación a contextos particulares definidos por las necesidades de políticas y de la gestión expresadas por las necesidades políticas y de gestión expresadas por la sociedad y por la calidad de la información. Rachetin constata al respecto “muchos mas fracasos que éxitos”, (Rachetin et al (1997) bien sea porque los indicadores no responden a una demanda particular, o bien sea porque no

se apoyan en una oferta “sólida” de información de base.

5. LA NOCION DE VALOR AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE GEOPOTENCIAL

La idea de construir indicadores de geopotencial surge, según ha sido explicado anteriormente, como respuesta al hecho que la mayor parte de indicadores están orientados a la fase de gestión ambiental. El concepto de geopotencial está orientado a enriquecer la fase de planificación ambiental territorial, es decir, la fase mas cercana a la visión estratégica del desarrollo territorial, i.e., a la selección de un modelo territorial futuro, sobre la base de un consenso y de una consideración mas importante de las potencialidades ambientales. Se trata también de una manera de abordar mejor la etapa de comunicación entre los científicos de la tierra y los decisores, planificadores y actores sociales.

Este numeral parte de una reflexión sobre la noción de valor ambiental desde varios puntos de vista y desde la perspectiva de la planificación ambiental.

5.1 Elementos para la lectura de la noción de valor ambiental

Una primera noción de valor aparece a través del diccionario: mérito, precio (valor de un bien), acción de resaltar, calidad, utilidad, interés. En economía, la definición mas general considera el valor de un bien o de un servicio en términos de “la calidad fundada en la utilidad, en la relación oferta/demanda o simplemente en la cantidad de factores necesarios para su producción”.

A nivel del medio ambiente y de los recursos naturales, el problema de valoración ha sido abordado tradicionalmente por los economistas a través del paradigma costo-beneficio. Dado que se trata de una de las tendencias de valoración de más amplio uso en la actualidad, conviene hacer una síntesis y un análisis de su pertinencia en cuanto a la planificación ambiental.

Según la teoría económica convencional, el valor de los activos ambientales (bienes y servicios ambientales) puede ser medido a partir de las preferencias de los

	Uso		No - Uso
	Agente j	Otros agentes	O uso pasivo
Presente	Valor de uso	Valor de vecindad o de consumo compartido o delegado	Valor de existencia
Futuro	Valor de oportunidad de opción	Valor de legs o de legado	Valor de legs o de legado

Tabla 1. Algunos componentes del valor de un bien ambiental utilizados en economía (Adaptado de Noël y Faucheux, 1995)

	Relación: variación de la calidad del ambiente - bienestar humano	Método apropiado	Carácter del método
Independiente del comportamiento de los agentes económicos	Físico	Función de daños	Directo
Según comportamiento de los agentes económicos	Relación indirecta	Precio hedonista	Directo
		Costo de transporte	Directo
	Relación directa	Evaluación contingente	Directo
		Dosis-respuesta o gastos de protección	Indirecto

Tabla 2. Diferentes métodos de análisis del valor económico de los bienes ambientales (Adaptado de Amigues et al., 1995; Hoevenagel, 1994)

agentes para utilizar o conservar dichos activos (Noël y Faucheux, 1995). De tal manera, el valor de uso expresa la demanda y el consentimiento a pagar, por parte de los agentes económicos, por los servicios que ofrece un bien. En el mismo sentido, el valor de no-uso o valor de uso pasivo la demanda y el consentimiento a pagar por el no-uso de un bien. Estos valores de uso o de no-uso pueden a su vez presentar varios componentes (tabla 1). Se integra el valor de oportunidad o de opción (posibilidad de beneficio en futuro incierto); valor de existencia (simple conocimiento de la existencia de un bien); valor de legs o de legado (consideración del uso que podría hacer generaciones futuras), valor de vecindad (valor de uso para otros); valor de consumo compartido o delegado (conservar una cierta disponibilidad para los demás).

La adición de los valores de preservación (de opción, de legs y de existencia) y de los valores de uso son considerados como el valor económico total (Pearce, 1990), cuya validez resulta bastante controvertida: arbitrario para algunos (Noël y Faucheux, 1995) y cómodo para otros (Amigues et al., 1995).

Para la estimación de dicho valor ambiental, los economistas han propuesto una serie de métodos (tabla 2), generalmente basados en el paradigma costo-beneficio y con el interés de establecer el precio de las ventajas ambientales. La selección del método de evaluación depende del tipo de influencia que el medio ambiente ejerce sobre el bienestar y de las posibilidades de ajuste a las modificaciones del medio.

De todas maneras, la base de estos métodos reside en el consentimiento a pagar por parte de la sociedad. Según Noël y Faucheux (1995) los análisis costo-beneficio y los métodos de evaluación asociados solo resultan verdaderamente apropiados en el caso de decisiones que implican bienes o servicios que pueden ser objeto de preferencias por parte de los diferentes agentes.

Sin embargo, este tipo de métodos, llamados también “substitutos”, no son de aceptación universal, a pesar de su importancia científica y de su aplicación a proyectos particulares. Esto se debe a que los resultados de su aplicación no han sido completamente satisfactorios en relación con las promesas de la teoría (Fischer, 1974; Chappelle y Webster, 1993; Cendrero y Fischer, 1995). Westman (1985) resume una serie de inconvenientes de dichos métodos:

- métodos diferentes pueden conducir a estimaciones económicas muy divergentes.
- la posibilidad de sub-estimación es muy alta
- los recursos pueden tener valores muy diferentes entre los diferentes individuos de una sociedad
- ciertos recursos son muy complejos y todavía mal conocidos

Por otra parte, las aproximaciones costo-beneficio que orientan la determinación de valores “contingentes” o “substitutos”, están basados en las hipótesis generales de la teoría económica neoclásica, según la cual se supone que los individuos tienden a maximizar la utilidad que obtienen de aquello que consumen. La consecuencia inmediata es que el mercado debería expresar correctamente el valor de los bienes que los agentes podrían expresar, mediante la simple respuesta a un cuestionario, el valor que otorgan al bien en cuestión. Sin embargo, el precio de un recurso refleja únicamente la síntesis oferta-demanda en un contexto socioeconómico particular y no necesariamente el valor del bien para el individuo.

En tales condiciones se hace necesario explorar otras formas de valor más cercanas al espíritu de la planificación ambiental del territorio. En esta perspectiva, CEPAL recomendó la consideración del valor para el desarrollo, según la importancia de las posibilidades ofrecidas por el medio natural para satisfacer los objetivos de desarrollo.

Gómez Orea (1994) concibe el valor como “el mérito presentado por un punto del territorio para no ser alterado en su situación actual”. El análisis de este valor debe hacerse considerando varias dimensiones: ecológica, científica-cultural, productiva y paisajística. Para la valoración este autor sugiere el uso de valores de amplia aceptación y contratación, así como el uso de escalas de jerarquía con rangos de valor simple.

Carrizosa (1981) propone para la estimación del valor, tener en cuenta, además del valor de uso, la percepción regional del medio ambiente, es decir, la percepción que una sociedad tiene de un elemento del medio ambiente. En este sentido habla del valor regional. Según este autor, es necesario además hacer referencia al valor dinámico o del estado de evolución del medio natural. Las amenazas naturales y los umbrales de utilización de los ecosistemas deben tomarse en cuenta desde este punto de vista.

		Fuente	Receptor de desechos	Escena	Sitio de emplazamiento	Soporte de vida
USO	Sometido a extracción					
	Sometido a recepción					
MOVILIDAD	In situ					
	Transportado					
CARÁCTER DE EFECTOS	Impactos localizados					
	Impactos dispersos					

Tabla 3. Identificación y clasificación general del Capital Natural Crítico (Adaptado de Noël y O'Connors, 1998)

Desde otro ángulo, la valoración se hace a partir de las funciones naturales que asegura el Capital Natural, el cual será Capital Natural Crítico (Noël y O'Connors, 1998) cuando a una escala geográfica dada no exista sustituto en términos de otra forma de capital natural, humano o manufacturado. Una clasificación del CNC podría darse en los términos de la tabla 3.

Desde un punto de vista naturalista, Cendrero y Fischer (Cendrero y Fischer, 1995), proponen analizar el valor para la conservación y el potencial de uso/desarrollo en zonas costeras. Para ello, se recurre a medidas detalladas de una serie de elementos de la dinámica de dichos ecosistemas. En la misma línea, Conesa (1995) asocia el valor ambiental a una calidad ambiental que se refiere al estado de conservación de los factores del medio natural.

En planificación de recursos hidráulicos, Lobo (1982) ha explorado la noción de valor en términos de la necesidad de contar con un recurso, sin consideración alguna de los aspectos relativos al costo o al precio. En este sentido aspectos como la rareza de los recursos y la localización geográfica deben entrar necesariamente en el análisis.

También habría que mencionar otras dimensiones de valor del medio ambiente tales como funcional, estético,

afectivo (Grasmick, 1994), ecológico, paisajístico, (Bouchard y Daguette, 1994), de identidad, patrimonial, sagrado, etc. Pero tal vez lo más importante es considerar la importancia variable de un recurso para diferentes contextos socioeconómicos, culturales y de decisión.

Como síntesis preliminar es fácil constatar la dificultad de reducir a pocos parámetros, sobretodo económicos, el valor del medio ambiente, que las evidencias demuestran como multidimensional; de la misma manera que es difícil encontrar una medida universal. Se podría decir que el problema es doble : por una parte el valor esta relacionado a la función del elemento en el medio ambiente y, por otra parte, la percepción de este valor va a depender en gran medida de cada sociedad.

5.2 Dimensiones de valor ambiental según necesidades sociales

El interés de atribuir un valor al medio ambiente no es otro que el de abordar la relación hombre-medio natural desde el punto de vista de las potencialidades ambientales que el medio ofrece al desarrollo sostenible (en el modelo de Angel esto corresponde a la primera línea de interacción). Como ya se mencionó, una forma

muy desarrollada de hacer esto es transformando los bienes ambientales a términos monetarios. Sin embargo esta forma de valoración presenta una serie de problemas para la aplicación en planificación ambiental del territorio.

La planificación ambiental del territorio, según se ha planteado aquí, implica efectivamente un proceso importante de valoración ambiental, pero dado el carácter consensual buscado, se requiere que esta forma de valoración esté más próxima de los planificadores, los decisores y los agentes sociales en general. Conviene entonces preguntarse sobre las demandas de los usuarios de dichos valores. Una valoración de las potencialidades ambientales que siga en la medida de lo posible las preguntas de los actores sociales puede resultar de mayor interés a nivel operativo.

En primer lugar, según Boisvert, (Boisvert et al, 1998) la naturaleza de la demanda de los decisores en cuanto a información puede responder de manera general a los siguientes puntos:

- Los decisores están interesados en la interacción entre economía sistema cultural-medio ambiente. La información debe concentrarse más en esta interacción que en los datos brutos del medio ambiente.

- Además, la información debe ser presentada en formatos adaptados a la toma de decisiones. Esta condición implica la construcción de indicadores que ayuden a reducir el número de parámetros necesarios para establecer el estado de una situación determinada, guardando de todas maneras la visión general y simplificando la comunicación.

- Solamente un número limitado de indicadores debe ser utilizado. El objeto principal es transmitir la información científica, llena de incertidumbre e inaccesible al público, en forma de datos operativos.

- La semejanza que exista entre los formatos utilizados para los indicadores ambientales y los indicadores socioeconómicos clásicos ayuda también a la mejor comunicación. Esta semejanza va a ayudar a los decisores a establecer una conexión entre los conocimientos científicos y los instrumentos que utilizan normalmente en la elaboración de políticas ambientales.

Ahora bien, si lo que se pretende es aproximarse a la demanda de planificadores, decisores y agentes territoriales en general, un primer paso es conocer lo que dichos "usuarios" esperan del territorio. El valor ambien-

tal del territorio debe tender a presentar las posibilidades de satisfacer dicha expectativa. De esta manera, Rigaldies (1996) propone la consideración de tres niveles para la aproximación al valor ambiental:

- las expectativas en relación a las **posibilidades de uso** : los usuarios esperan de un territorio la oferta de servicios de base que la sociedad considera como el "mínimo necesario"

- las expectativas de una **valor de atracción** : los usuarios esperan de un territorio que este les ofrezca los "servicios" complementarios considerados como generadores de "calidad de vida"

- las expectativas respecto a un **valor de notoriedad**: se espera del territorio que este ofrezca una serie de "servicios" agregados creadores de notoriedad.

En síntesis, la valoración de las potencialidades ambientales se orienta directamente a responder a las expectativas y las preguntas que la sociedad se hace sobre su porvenir en su desarrollo. Algunos trabajos y propuestas de investigación que involucran el medio físico ya han partido de dichas preguntas (INGEOMINAS, 1997), (Londoño et al., 1997); (Posada y Viana, 1998); (Velásquez, 1993); (Velásquez y Viana, 1997; 1998).

A partir de la reflexión anterior sobre las necesidades y expectativas sociales y de las experiencias mencionadas, es posible plantear que la fase de valoración del potencial ambiental puede partir de una serie de preguntas sociales que se sintetizan preliminarmente en la tabla 4.

Estas preguntas buscan significados generales y respuestas que se orientan a establecer la importancia de un territorio y, si se quiere, las posibilidades de desarrollo "endógeno". Ahora bien, teniendo en cuenta la importancia de asignar un valor al medio ambiente en función de las expectativas sociales, es posible considerar que estas preguntas generales pueden traducirse, o al menos inscribirse, en diferentes dimensiones de valor. La tabla 4 presenta igualmente la relación entre las preguntas y las dimensiones de valor.

Estas dimensiones de valor se pueden asociar directamente a las características del potencial territorial que responden a dichas preguntas y se pueden explicar de la siguiente manera:

Ø **Valor "mínimo necesario" (Vp)**: Se refiere a las posibilidades que ofrece el territorio para satisfa-

DIMENSION DE VALOR	ASPECTO DEL MEDIO FISICO	INDICADOR UTILIZADO
Valor "mínimo necesario" (Vp)	Aguas superficiales	• Disponibilidad hídrica
	Calidad materiales	• Calidad del material
	Suelo	• Clase agrológica
	Relieve	• Pendiente
	Materiales de construcción	• Disponibilidad de materiales de construcción
Valor estratégico (Ve)	Aguas superficiales	• Disponibilidad hídrica
	Piso Cafetero	• Piso cafetero (1000-1850)
	Posibilidades hidroeléctricas	• Calda
	Aguas subterráneas	• Interés hidrogeológico
	Recursos minerales	• Importancia estratégicas de minerales
		• Disponibilidad de minerales
	Recursos geotérmicos	• Disponibilidad de recursos geotérmicos
	• Calidad del agua	
	Fuentes termominerales	• Fuentes de agua termomineral
Valor patrimonial (Vp)	Aguas subterráneas	• Facilidad a la recarga hidrogeológica
	Cuencas estratégicas	• Importancia estratégica de cuencas
	Presencia cuerpos de agua	• Presencia de cuerpos de agua
	Ecosistemas estratégicos	• Ecosistemas estratégicos o de significación especial
	Calidad escénica	• Calidad escénica
	Calidad Geocientífica	• Calidad geocientífica intrínseca
Valor de sensibilidad (Vs)	Amenaza sísmica	• Amenaza sísmica
	Amenaza remoción en masa	• Amenaza por remoción en masa
	Amenaza hidrológica	• Amenaza flujo-torrencial
	Amenaza volcánica	• Amenaza volcánica
	Amenaza erosión	• Amenaza por erosión
	Dependencia de cuencas	• Relación de dependencia con otras unidades

Tabla 4. Preguntas sociales y dimensiones de valor (Adaptado de Velásquez, 1999)

cer las necesidades básicas de una sociedad o al nivel en que estas se encuentran cubiertas. Esta dimensión de valor sintetiza el estado del cubrimiento en salud, educación, vivienda, empleo, la situación en salubridad así como la disponibilidad de recursos mínimos destinados a satisfacer el mínimo necesario del desarrollo humano sostenible: espacio, suelo, agua, materiales para construir, etc. Este índice permitirá establecer la necesidad de intervenir sobre aspectos básicos de la vida social y económica de un territorio, así como las verdaderas posibilidades para el establecimiento de asentamientos humanos en un espacio determinado.

- **Valor estratégico (Ve)**: Se refiere a las posibilidades que ofrece el territorio para el cumplimiento de los objetivos del desarrollo económico y de la competitividad territorial. Todos los elementos del territorio que contribuyen a la generación de capital y al crecimiento económico son considerados en esta dimensión de valor: el capital económico propiamente dicho (la disponibilidad de capital financiero, la infraestructura productiva, la infraestructura para la integración territorial, el tejido industrial, etc.), el capital natural en el sentido de los recursos que pueden ser aprovechados económicamente (recursos del subsuelo, vocación y la misma posición geoestratégica) y de capital humano, en términos de la capacidad de asociación, la capacidad empresarial, y, por supuesto, la formación productiva y la capacidad de innovación.

- **Valor patrimonial (Vp)**: Se refiere a la disponibilidad de atractivos naturales, culturales, históricos, etc. que dada su calidad o su interés (como soporte de ecosistemas, como paisaje, como elemento científico, como referente histórico, etc) ameritan su durabilidad en el tiempo y por ende su conservación y tratamiento especial. Estos elementos constituyen en general un aporte muy importante a la calidad de vida y a la atracción que puede suscitar un territorio en particular.

- **Valor de sensibilidad (Vs)**: Toma en cuenta la necesidad de la sociedad de resguardarse y tomar precauciones frente a fenómenos territoriales que pueden generarle daños más o menos graves. Estos fenómenos pueden ser de carácter natural, como las amenazas naturales (sismos, deslizamientos, eventos volcánicos, inundaciones, etc), así como antrópicos y de ellos se observa la posibilidad de generar daños, perjuicios o perturbaciones

sobre los diferentes aspectos de la vida de una sociedad. La necesidad de tomar precauciones se origina en la prevención, más o menos importante según la cultura y la sociedad en cuestión, que una sociedad determinada siente frente a la posibilidad de ver afectados el desarrollo y la calidad de vida. También se incluye en esta dimensión de valor, la fragilidad de ecosistemas, considerados fundamentales para la vida de una sociedad frente a actividades antrópicas. El significado de esta dimensión de valor es inverso de alguna manera: un valor más alto significa una mayor restricción en el territorio por ende menos deseable.

Finalmente, la aplicación de dichas dimensiones de valor recurre necesariamente a la información existente y así a los indicadores territoriales que faciliten la tarea de transformar el conocimiento científico y permitan su uso en la toma de decisiones. En este sentido será muy importante la búsqueda de un número limitado de indicadores del potencial territorial. Tratándose de una forma de síntesis, se puede decir en los términos de Porter (sf. en Carrizosa, 1981) que **esta valoración esta orientada a “la búsqueda de significados y no de leyes, con un impulso mas sintético que analítico, y un objetivo mas operativo que teórico”**.

6. HACIA UNA METODOLOGIA DE EVALUACION DEL GEOPOTENCIAL

Los conceptos hasta ahora esbozados son la base para el desarrollo de los aspectos metodológicos generales que permiten evaluar el geopotencial, como parte de las potencialidades ambientales del territorio y en el marco de la metodología general de planificación territorial presentada en la figura 4. Se hace énfasis en la visión regional y estratégica y se propone la utilización de indicadores de geopotencial. Las fases de la metodología son ilustradas parcialmente utilizando el caso de la subcuenca del río Chinchiná en Caldas.

6.1 Aspectos generales

Ya se ha mencionado que la mayor parte de indicadores relativos al medio físico, es decir los

geoindicadores, han sido desarrollados con la perspectiva de evaluación y seguimiento propia de la gestión ambiental. Para el procedimiento de planificación ambiental, se trata de encontrar indicadores del potencial ambiental, que en el caso del medio físico se trata de indicadores de geopotencial, i.e., de cierta manera, geoindicadores para el desarrollo sostenible.

Por otra parte, la planificación ambiental debe llegar a la selección e implementación de un modelo territorial. Dicho modelo territorial puede plantearse en términos de la distribución de actividades territoriales. Si bien la planificación plantea una etapa de análisis y selección de una alternativa que responda de la mejor manera posible a los intereses de la mayoría de los actores sociales. Contrariamente a las experiencias tradicionales de planificación, el análisis técnico no pretende plantear en este caso la “alternativa óptima” de distribución de actividades. Pretende en cambio ayudar a la selección consciente. En este sentido la explicitación de las potencialidades ambientales va a ayudar a determinar las ventajas e inconvenientes de los modelos territoriales seleccionados.

En este sentido, los indicadores de geopotencial apuntan a hacer explícito el valor del potencial ambiental, que luego deberá servir de base, no para la construcción de la alternativa a seleccionar, sino para su análisis. De cualquier manera, dado que se buscan indicadores más próximos a los cuestionamientos de los actores sociales, la selección está íntimamente relacionada con la determinación de las actividades susceptibles de ser incluidas en un modelo territorial. Responder a las necesidades de cada una de las actividades territoriales es también responder a las preguntas de los actores sobre el territorio. A partir de allí, los indicadores de geopotencial pueden insertarse en las diferentes dimensiones de valor ambiental.

Para formalizar un modelo de indicadores de geopotencial se requiere estructurar la información. Según Elliot (1994) para los geoindicadores es necesario considerar y sintetizar para cada indicador los siguientes elementos.

- las geounidades y los límites para medir el indicador
- la estructura del modelo de indicadores geoambientales
- las características de los indicadores

- los procedimientos para la medida del indicador

La figura 7 presenta un esquema general del procedimiento para seleccionar los indicadores de geopotencial a partir de las necesidades de un modelo territorial.

6.2 Unidades de análisis y determinación de criterios de análisis del geopotencial

6.2.1 Unidades de geopotencial o unidades de análisis territorial

El primer paso corresponde a la definición de las unidades de análisis del geopotencial, o en un sentido más general, de unidades de análisis territorial. Cada factor del medio físico puede abordarse a través de indicadores con unidades de medida propias a sus características y no necesariamente comunes. Sin embargo, dado el carácter integral del análisis se hace necesario utilizar zonas que posteriormente podrán transformarse fácilmente en unidades de planificación.

Normalmente, para la determinación de las unidades territoriales (en casos específicos se puede incluso hablar de unidades ambientales) se hace uso de los factores que tendrían la mayor importancia en explicación de las características ambientales más importantes. Existe la tendencia a separar los elementos que a escala humana pueden ser más estables (Malagón, 1997 en SIG-PAFC, 1997). En ese sentido, los factores abióticos constituyen una base “permanente” para la representación, la evaluación, la planificación y la gestión del ambiente (Cendrero et al., 1992).

Desde este punto de vista, la determinación de unidades geomorfológicas ofrece una división adecuada del territorio. Además los aspectos geomorfológicos integran la mayor parte de los aspectos del medio físico, si se tiene en cuenta que cualquier forma del relieve está íntimamente asociada en su génesis a factores como el clima (agua), la litología, el suelo. Este tipo de zonificación “estable” ofrece una ventaja adicional en países con limitaciones económicas para la actualización permanente (Malagón, 1997 en SIG-PAFC, 1997). En relación a las clasificaciones geomorfológicas, existen diferentes propuestas taxonómicas; para efectos de este documento se retoma la sintetizada por Velásquez (1999) luego del análisis de varias de esas clasificaciones (Tabla 5).

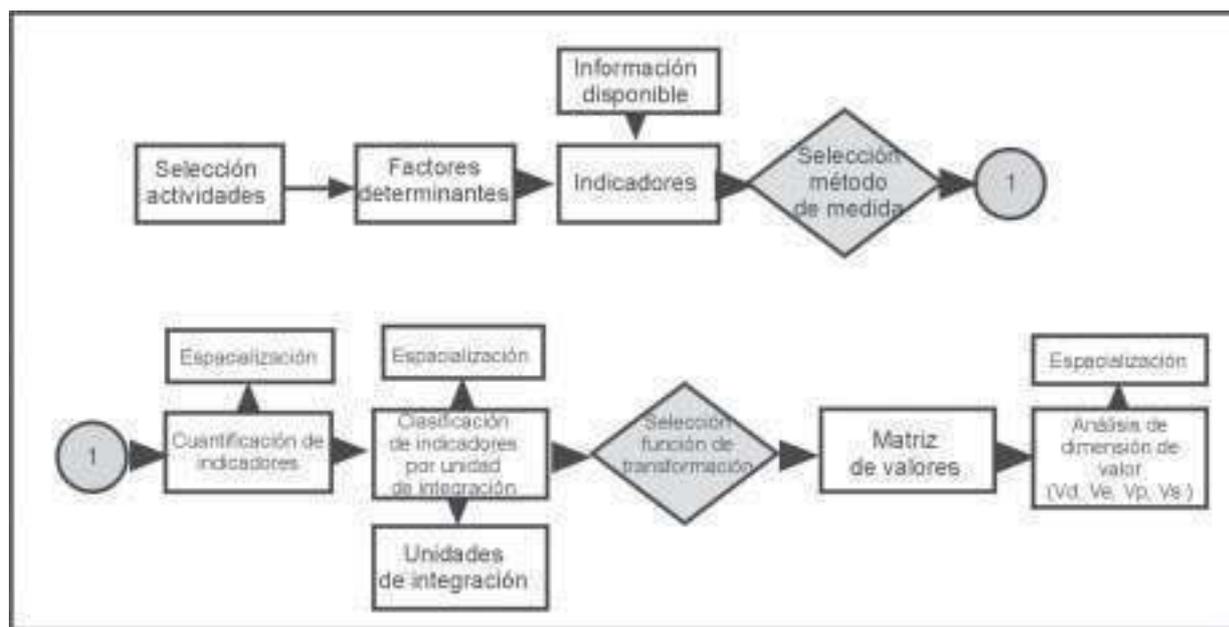


Figura 7. procedimiento general para indicadores de geopotencial

En la subcuenca del río Chinchiná, de acuerdo con la clasificación anterior, se han zonificado a escala 1:100.000 subregiones geomorfológicas; para este caso se han utilizado el análisis de Van Westen (1994) realizado para la cuenca. Dicha zonificación (figura 8) servirá de base para la síntesis del geopotencial. Posteriormente desde una perspectiva de análisis integral, esta zonificación permite la unión o subdivisión de unidades, a partir de otros factores de tipo socioeconómico.

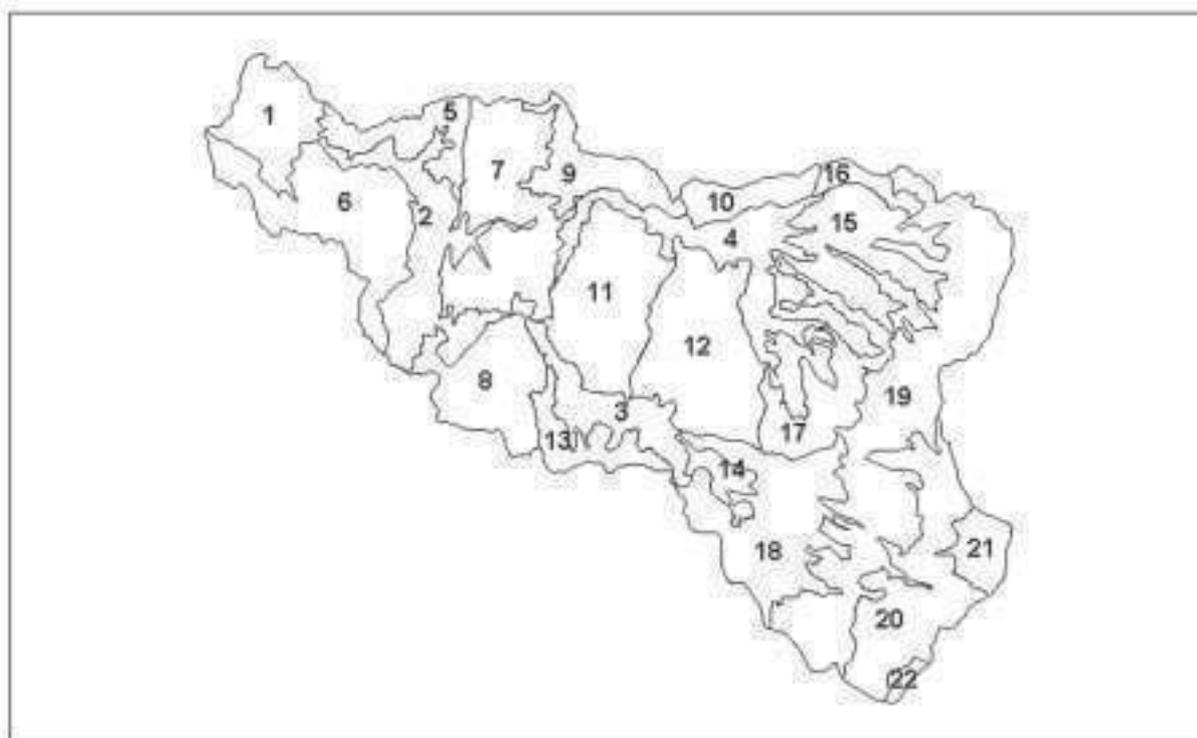
6.2.2 Determinación de criterios de análisis del geopotencial

El dilema filosófico fundamental de las ciencias ambientales al momento de valorar los recursos y los diferentes aspectos del medio es saber si esto se realiza desde un punto de vista naturalista o social (Fabbri y Patrono, 1995). En planificación ambiental del territorio, se trata

de analizar la naturaleza en función de su papel en la definición de un modelo territorial.

Los factores del medio físico van a depender directamente de las actividades a considerar en un modelo territorial. Si el modelo territorial puede expresarse en función de la distribución de las actividades, la argumentación sobre la ventaja o el inconveniente de localizar tales actividades depende de un cierto número de factores. El primer paso será entonces expresar los aspectos del medio físico que son determinantes a la hora de analizar las actividades. Las técnicas de análisis de opinión de grupo, por ejemplo el método Delphi (Balkey, 1968) va a permitir a los especialistas determinar los factores más importantes para cada actividad.

Desde el punto de vista analítico los factores que determinan una actividad pueden ser numerosos. Sin embargo, desde el punto de vista práctico es importante limitar el número de aspectos. La figura 9 presenta activi-



1	Llanuras y terrazas de Santiago	7	Valleños medios de La Esra-La Aurora	13	valleños de Ciénega Sur	19	Ferreo El Recodo-La Rosalia
2	Terrazas porphyricas y valles bajos de Chinchiná	8	valleños medios de Quemei Sur	14	valleños de Terminal	20	Ferreo de los Nereides
3	Valle inferior del Rio Claro	9	Piñales de Mandato	15	valleños de Micalunas-Abó-Chinchiná	21	Diario del Ferreo del Rio Chinchiná
4	Valle medio del Rio Chinchiná	10	valleños de Mollina-Hera	16	valleños de El Colorado	22	Diario de Bañados
5	Colinas de La Mariposa	11	valleños de Curibó	17	Colinas de Terminal-Pedernales		
6	Colinas de Pastora-La Plata	12	valleños de Tolda-Fría	18	valleños de Termino-Morosa		

Figura 8. zonificación de la subcuenca del río Chinchiná

Taxonomía geomorfológica	Zona geotectónica	Provincia geomorfológica	Región geomorfológica	Sub-región geomorfológica	Unidad geomorfológica de terreno	Elemento geomorfológico
Escala	>1.2500.000 1.1300.00	1.1500.00 1.1300.00	1.500.000 1.250.00	1.100.000 1.50.000	1.25.000 1.10.000	> 1.10.000
Nivel	Mundial Subcontinental Supranacional	Nacional Supra regional	Regional Departamental	Subregional Cuenca Municipal	Municipal Local	Puntal
Extensión de unidades	10^6-10^9 km^2	10^5-10^6 km^2	10^4 km^2	10^3-10^4 km^2	10^2-10^3 km^2	$<10^2 \text{ km}^2$
Criterios de definición	Historia geológica Grandes estructuras	Grandes rasgos del relieve	Tipos de morfogénesis Rasgos del relieve	Procesos morfogénesis, morfología	Morfología Formaciones superficiales Morfodinámica	Morfometría, Morfodinámica,
Herramientas para la clasificación	Imágenes de satélite Mapas geológicos de pequeña escala	Imágenes de satélite Mapas geológicos de pequeña escala	Imágenes LANDSAT Imágenes Radar Mapas geológicos Mapas topográficos	Imágenes IIPOT Fotografías aéreas Mapas geológicos Mapas topográficos MNT	Fotografías aéreas y oblicuas Mapas topográficos MNT Trabajo de campo	Fotogrametría aérea Estadística Censos topográficos MNT Termin Erasas
Métodos de análisis	Deductivo (análisis)	Deductivo (análisis)	Inductivo-deductivo	Inductivo-deductivo	Inductivo (análisis)	Inductivo (análisis)
Ejemplos	Cadena costera, gran cadena	Cadena, valle, superficie	Valle estructural, valle de denudación, plano de denudación	Superficie de erosión glacia, valle sinclinal	Vertiente, terraza, etc.	Punta, conchada, lavag, etc.
Tipo de unidad de gestión ambiental equivalente	Medio natural	Provincia ambiental	Región ambiental	Subregión ambiental	Unidad ambiental	SMA
Correspondencia categorías de suelos (USDA, 1975)	Orden	Suborden	Grupo	Subgrupo	Familia	
Tipo de acción en planificación	Política de bloques subcontinentales	Política ambiental nacional	Planificación ambiental departamental – regiones ambientales	Planificación ambiental regional – de cuenca	Planificación y gestión ambiental municipal	Gestión puntual o de sitio
Ejemplos de figuras de planificación	Mapas o documentos de planificación subcontinental	Planes nacionales	Planes departamentales, planes regionales	Planes sub-regionales, planes de cuenca	Planes municipales, proyectos específicos	Proyectos específicos

Tabla 5. taxonomía de las categorías morfológicas para la planificación ambiental territorial

dades y aspectos del medio físico considerados para la subcuenca del río Chinchiná. Dichas actividades son de carácter genérico y pueden considerarse como apropiadas para otras zonas de montaña. Es importante aclarar en este punto que, muy a pesar de que existan actividades genéricas, cualquier determinación de actividades para el análisis deberá hacerse en función de las especificidades propias de la región de estudio y de los intereses del proceso de planificación territorial propios de la región. En este sentido puede permitirse la combinación de actividades genéricas y específicas para la determinación de los criterios de análisis del geopotencial (la figura presenta un ejemplo de esta situación al incluir las actividades *agricultura y cultivo de café*).

6.3 El proceso de valoración

Los factores determinantes de las actividades territoriales pueden ser agrupados en ciertos criterios para el análisis de geopotencial. La valoración de cada factor de geopotencial, a través de indicadores, conduce a consi-

derar una serie de aspectos metodológicos: los criterios a analizar, los indicadores que permitirán medir y cuantificar los criterios, la medida de los indicadores, la información necesaria (deseable y disponible). La tabla 6 presenta un resumen de los aspectos considerados para la valoración de cada uno de los elementos de análisis del geopotencial en la subcuenca del río Chinchiná. Los numerales siguientes explican algunos de los aspectos considerados en dicha tabla.

Ahora bien, en función de su naturaleza cada indicador puede presentar diferentes posibilidades de cuantificación. La tabla 7 muestra un ejemplo de clasificación de las posibilidades de medida para los diferentes factores ambientales a través de indicadores.

Sin embargo, la técnica a utilizar para la medición de cada uno de los indicadores está determinada por varios aspectos: calidad de la información, carácter apropiado o no de la técnica para la zona de estudio, escala de trabajo, etc. En la tabla de indicadores de la subcuenca del río Chinchiná se exponen ejemplos de técnicas que

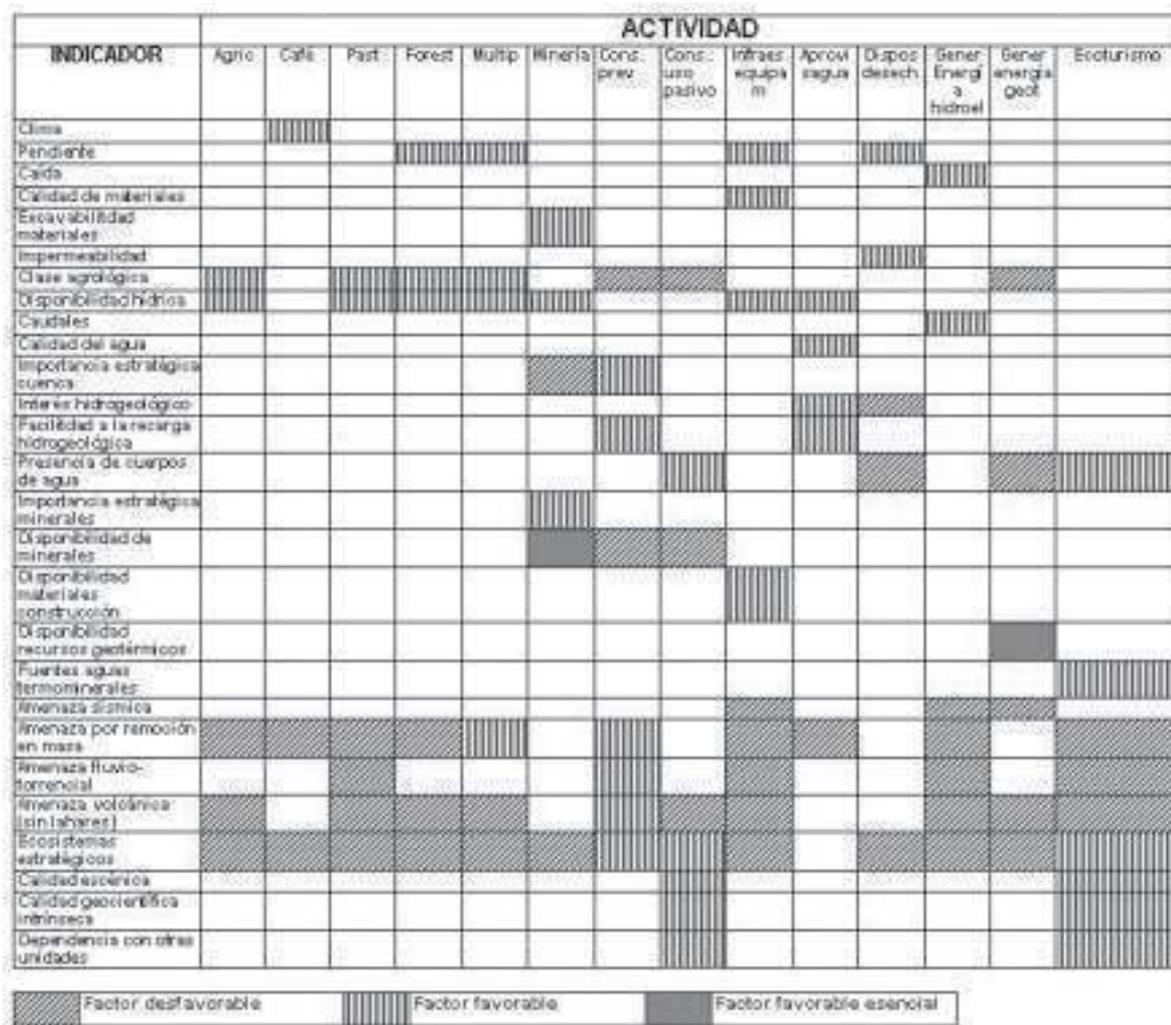


Figura 9. Actividades a considerar en el modelo territorial y factores del medio físico determinantes. Caso del la subcuenca del río Chinchiná.

FACTORES	INTERÉS DEL FACTOR	INDICADOR	CONDICIONES	MEDIDAS UTILIZADAS	INFORMACIÓN NECESARIA
Piso cafetero (1000-1650)	Zona apropiada para el cultivo del café	Piso cafetero (CC)	Zona templada (T)		Mapa climático, mapa form. Vegetales.
Distribución preferente	Tipo de pendientes y distribución de suelos de alta calidad	Decretos de valores de producción	0-3-6-10-15-25-35-50	I a 6	Mapa topográfico, mapa de suelos de producción
Café	Concentración de productores por las regiones cafeteras	Zonas de concentración de productores cafeteros	Zona cafetera Productiva		Mapa regional, mapa de regiones de producción
Calidad del material	Materiales con alta resistencia de resistencia	Índice de calidad de materiales		MB-MA	Mapa litológico, mapa de distribución, mapa de fallas
Disponibilidad del material	Materiales con alta conductividad de resistencia	Índice de calidad de materiales		MB-MA	Mapa litológico, mapa de distribución, mapa de fallas
Impenetrabilidad	Impenetrabilidad del material	Índice de penetrabilidad		MB-MA	Mapa litológico, mapa de distribución, mapa de fallas
Clase agrícola	Características físicas del suelo para agricultura	Clase agrícola		I a VIII	Mapa de clase agrícola
Disponibilidad hídrica	Salvare hídrico anual	Disponibilidad hídrica			Mapa de precipitación, mapa de distribución, mapa de hídrico
Caudal	Zonas con caudales pronunciados	Formas del relieve de los drenajes			Mapa de relieve, mapa de drenaje, mapa de caudales
Calidad del agua	Zonas con problemas de calidad del agua	Calidad del agua			Mapa de calidad del agua, mapa de calidad
Importancia estratégica de la minería	Características de actividades de actividades	Índice de riqueza en la minería	1-15-30-45	I a 5	Mapa de recursos minerales
Interés hidrogeológico	Zonas con posibilidad de presencia de aguas subterráneas	Zonas con posibilidades subterráneas			Mapa de posibilidades hidrogeológicas
Factibilidad la irrigación hidrogeológica	Zonas con posibilidad de irrigación	Índice de posibilidad		MB-MA	Mapa litológico, mapa de distribución, mapa de fallas
Presencia de cuerpos de agua	Tipo de cuerpos de agua al interior de la ciudad	Índice de presencia de cuerpos de agua	Lag. Barr. aguas potables, etc.	I a 6	Mapa del relieve, mapa de drenaje y mapa de cuerpos de agua
Importancia económica mineral	Importancia económica del mineral	Índice para recursos de recursos minerales		Índice	Tabla de importancia económica
Disponibilidad de minerales	Cantidad y calidad de minerales	Índice de recursos minerales		Índice	Mapa mineral
Disponibilidad mineral	Cantidad y calidad de minerales de construcción	Índice de minerales de construcción		Índice	Mapa geológico, mapa mineral
Disponibilidad recursos geotérmicos	Zonas con posibilidades geotérmicas	Zonas con posibilidades geotérmicas			Mapa de recursos geotérmicos
Puentes de agua transcontinentales	Cantidad de recursos transcontinentales	Índice de presencia de aguas	0-2-4-8-16		Mapa de recursos transcontinentales
Amenaza sismica	Grado de amenaza sismica	Grado de amenaza sismica	1-2-3-4-5-6	1-10	Mapa de amenaza sismica
Amenaza por inundación en masa	Grado de amenaza por inundación en masa	Grado de amenaza FIM	0 a 10	I a 10	Mapa de amenaza por inundación en masa
Amenaza flujo volcánico	Principales cursos de agua	Presencia de cursos de agua volcánica			Mapa de amenaza volcánica
Amenaza volcánica	Grado de amenaza volcánica	Tipo de volcanes y actividad volcánica			Mapa de amenaza volcánica
Estratificación estratégica	Presencia de recursos potenciales	Dinámica natural, zona potenciales, pirámide			Mapa de recursos potenciales
Calidad estratificación	Importancia geotérmica del suelo físico	Índice de calidad estratificación			Mapa geotérmica, mapa de distribución, mapa de fallas
Calidad geotérmica	Importancia geotérmica de la zona	Índice de calidad geotérmica	0 a 5	I a 10	Mapa geotérmica, mapa de distribución, mapa de fallas
Evaluación de disponibilidad de recursos hídricos	Cantidad de recursos de disponibilidad de recursos hídricos	Índice de disponibilidad hídrica			Mapa de recursos hídricos, mapa de distribución, mapa de caudales

Tabla 6. Ejemplo de características generales de indicadores de geopotencial en la subcuenca del río Chinchina.

POSIBILIDAD DE MEDIDA	POSIBILIDAD DE CUANTIFICACIÓN			EJEMPLOS
MEDIBLE	Cuantificable	Directamente		(Caudal de agua, pH, temperatura, etc.)
		Indirectamente		Se hace necesario encontrar un indicador o un índice que permita deducir el comportamiento del indicador de interés. Ej. accesibilidad, permeabilidad, calidad del agua, importancia ecológica, nivel de amenaza, etc.
	Cuantitativo	Criterios objetivos De medida	Escalas proporcionales	Criterios ampliamente aceptados. Ej. interés científico, rareza, endemismo, importancia estratégica, etc.
			Escalas jerárquicas (orden, intervalo)	
		Criterios subjetivos	Escala de preferencias	La medida es una experiencia subjetiva, aspecto visual del agua, importancia del paisaje, espectacularidad de un sitio, valor educativo, sensaciones, etc.
			Otros criterios subjetivos	
NO MEDIBLE	Cualitativo	Estrictamente cualitativos	Fración no medible	

Tabla 7. Clasificación de indicadores del medio físico según la posibilidad de medida (clasificación adaptada de Conesa, 1995)

podrían ser utilizadas en cada caso. En términos generales, en cada proyecto deberá determinarse la manera de medir los indicadores seleccionados en función de la información disponible.

6.3.1 Hacia una escala homogénea para la presentación sintética de los indicadores

La visión de síntesis conlleva a la necesidad de presentar los indicadores de la manera más sintética posible. Como se verá más adelante, se trata de la integración de los valores encontrados para cada indicador.

En términos absolutos y ateniéndose a un rigor científico tradicional, la comparación de criterios diferentes resultaría poco aconsejada. Normalmente resultaría poco apropiado integrar criterios cuya medida se ha realizado según unidades de medida diferentes. Sin embargo, al interior del proceso de planificación, la comparación y la

integración de los criterios resulta muy útil, sino necesaria, para las visiones de síntesis propias del planificador y del estratega.

Se requiere el uso de escalas comunes. Esto implica una transformación de las unidades de medida propias de cada indicador en una escala común luego de haber seleccionado una función de transformación que se aplica a la variación del indicador. En general, el rango de dichas funciones puede variar entre 0 y 1, 0-10, 0-100 o 0-1000. En el caso de la subcuenca del río Chinchiná, se ha utilizado el rango de 0-10 para el análisis de cada indicador.

Existen varios tipos de funciones de transformación (Figura 10) según la importancia dada a los diferentes valores del indicador del medio físico. En el caso de la subcuenca del río Chinchiná se han utilizado las funciones presentadas en la tabla 8.

6.3.2 Los valores y el mapa de geopotencial

A partir de la aplicación de la tabla, se puede obtener una síntesis de los valores de geopotencial para las diferentes unidades de análisis (tabla 9). Dado que la repartición de los valores de cada indicador puede no corresponder completamente a las unidades de potencial previamente establecidas, se ha retenido el valor predominante del criterio al interior de la unidad. La elección del valor predominante se justifica en el ejercicio de síntesis propio de los análisis regionales. Ahora bien, dado que las unidades geomorfológicas son el resultado de la combinación de diferentes factores del medio natural (incluidos los físicos), es probable que para muchos de estos factores exista una cierta relación más o menos difícil de establecer según el favor y según la región.

La representación de los valores del geopotencial predominantes por unidad de geopotencial puede realizarse por cada uno de los diferentes indicadores. Obviamente esto representa un aspecto de interés para análisis de tipo sectorial.

6.4 Geopotencial, dimensiones de valor y representación cartográfica

Teniendo en cuenta que lo que se busca es sensibilizar a los decisores, planificadores y agentes territoriales en general, es preferible expresar los indicadores de geopotencial en términos de dimensiones de valor expresadas anteriormente, dado que éstas han sido adoptadas según las expectativas de dichos agentes frente al territorio.

En función de sus características, los diferentes indicadores utilizados a escala regional pueden ser asociados a las dimensiones de valor (Tabla 10). Para estas dimensiones se pueden construir diferentes mapas de geopotencial según las dimensiones de valor, a través de la superposición en bruto de los elementos más importantes en cada caso (Figura 11).

Utilizando las mismas dimensiones de valor también es posible construir un índice para cada una de las dimensiones de valor a partir del cálculo de la media aritmética o de un promedio ponderado (este último en el

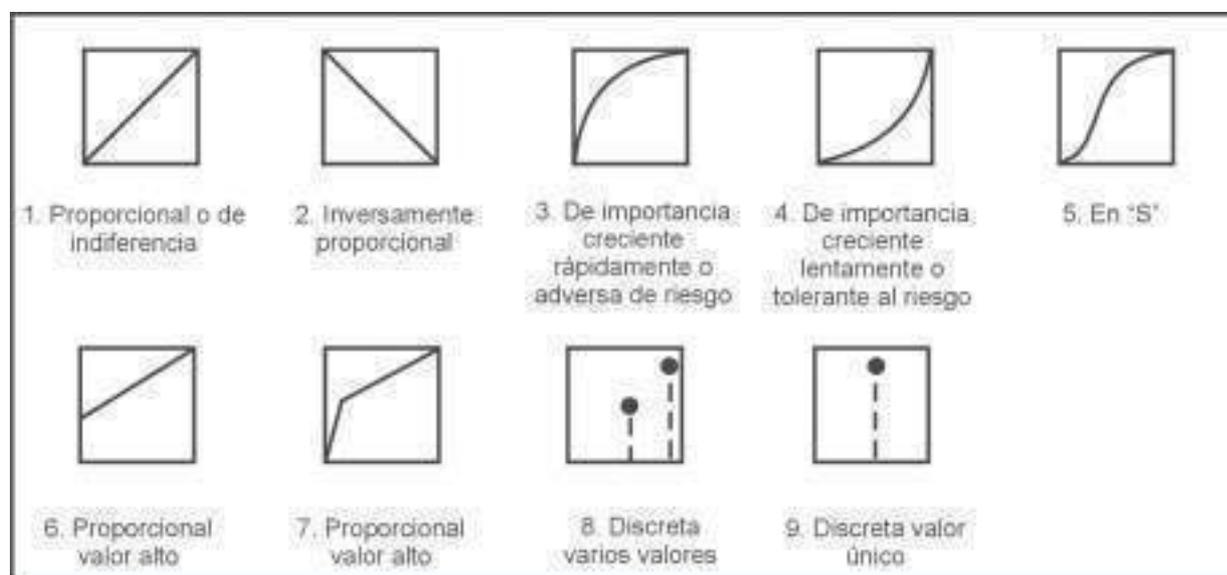


Figura 10. diferentes tipos de funciones de transformación

INDICADOR	TIPO DE TRANSFORMACIÓN	VALORES EQUIVALENTES DEL POTENCIAL PREDOMINANTE										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Piso cafetero (CC)	8											
Distribución de valores de pendientes	2	6		5		4		3		2		1
Índice de calidad de materiales	1			MB		B		M		A		MA
Índice de permeabilidad	2			MA		A		M		B		MB
Clase agrológica			VIII	VII		VI	V		IV	III	II	I
Disponibilidad Hídrica	1											
Zonas con posibilidad actífera	8							PA-P				
Índice de permeabilidad	1			MB		B		M		A		MA
Índice de presencia de vapores de agua	1	N		Como anillo		Como anillo		En peque.		En grande		Laq ^o
Índice de recursos minerales	4	0	1	2		3			4,5			5
Índice de materiales de construcción	9	0		1		2		3		4		5
Zonas con posibilidades geotérmicas (RG)	7											RG
Índice de presencia de aguas tectónicas		0						1	2	3	4	5
Grado de amenaza sísmica	4	N		MB		B		M		A		MA
Grado de amenaza FRM	1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de frecuencia y severidad de la amenaza volc.	6					B PL_000		M PL_000		A PL_000		A PL_000 EP_000
Parque natural, zona protegida, páramo (EP)	9											EP
Índice de calidad escénica	1											
Índice de calidad geocientífica intrínseca	1											

Tabla 8. Ejemplo de aplicación de funciones de transformación a algunos indicadores de geopotencial en la subcuenca del río Chinchiná.

UNIDAD	Des. Catón: (1000-10000)	Dist. desde la línea de base (m)	Cota	Caract. del terreno	Forma del terreno	Exposición del terreno	Tipología del terreno	Exposición del terreno	Caract. del terreno	Capacidad del agua	Importancia del terreno	Importancia del terreno	Resistencia del terreno	Distancia al agua
1. Manantiales de Saraguro	6	10	0	6	6	7	7	8			0	10	5	6
2. Barridos de Saraguro	10	10	0	5	7	7	5	8			2	6	5	6
3. Valle inferior del Río Claro	6	6	0	7	5	8	2	8			0	0	4	6
4. Valle medio del Río Chichina	6	8	0	8	7	6	7	8			4	0	6	6
5. Colinas de La Maraña	10	8	0	7	5	9	4	8			0	0	3	4
6. Colinas de pólvora - La Plaza	10	6	0	8	4	9	4	8			0	0	3	4
7. Vertientes media de La Plaza - La Plaza	10	6	0	5	7	8	2	8			0	0	4	4
8. Vertientes media de La Plaza - La Plaza	6	4	0	6	6	8	2	8			8	0	4	4
9. Pisos de Marañón	6	6	0	6	6	7	2	8			0	0	5	4
10. Vertientes de Marañón	0	6	0	6	6	7	2	8			0	0	5	4
11. Vertientes de Marañón	0	6	0	6	6	8	2	8			0	0	4	4
12. Vertientes de La Plaza	0	6	10	8	6	8	2	8			8	0	4	4
13. Vertientes de Marañón	0	4	0	6	6	8	2	8			0	0	4	4
14. Vertientes de Marañón	0	4	0	6	6	9	2	8			0	0	3	6
15. Vertientes de Marañón	0	4	10	8	4	9	2	8			10	0	3	6
16. Vertientes de Marañón	0	2	0	8	4	9	2	8			8	0	3	4
17. Vertientes de Marañón	0	2	10	8	4	9	2	8			10	0	3	4
18. Vertientes de Marañón	0	6	10	6	6	8	2	8			0	0	4	6
19. Vertientes de Marañón	0	6	0	6	6	8	1	6			8	0	4	6
20. Vertientes de Marañón	0	6	10	6	6	8	1	6			0	0	4	6
21. Vertientes de Marañón	0	4	0	6	6	6	1	6			0	0	6	2
22. Vertientes de Marañón	0	4	0	6	6	6	1	6			0	0	6	0

Tabla 9. Valores preliminares de geopotencial predominante para la subcuenca del río Chichina

UNIDAD	Importancia estratégica de minerales	Disponibilidad de minerales	Disponibilidad de minerales de construcción	Disponibilidad de recursos térmicos	Fuentes de agua termominerales	Amenaza sísmica	Amenaza por erosión en masa	Amenaza por incendio forestal	Amenaza por volcánica	Ecosistemas o especies especiales	Calidad Estética	Calidad Científica y recreativa	Relación de dependencia con otros unidades
1	Llanuras y terrazas de Santiago	8	3	0	0	10	3	10	0	0	3.4	3.3	
2	Terraza poligénica y colinas bajas de Chinchua	3	5	7	0	10	3	10	0	0	4.0	3.3	
3	Valle exterior del Río Claro	3	5	7	0	10	6	10	8	0	3.6	3.3	
4	Valle medio del Río Chinchua	3	5	7	0	10	3	10	0	0	3.7	3.3	
5	Colinas de la Manuela	7	5	0	0	10	3	7	0	0	3.4	2.0	
6	Plata	7	2	0	0	10	2	7	0	0	5.1	2.0	
7	Vertientes medias de la Sba. La Aurora	2	5	7	0	10	8	7	0	0	6.6	3.3	
8	Vertientes medias de Chuand Sur	3	5	7	0	10	7	7	0	0	5.9	3.3	
9	Parque de Matizales	0	0	0	0	10	7	7	0	0	6.6	7.3	
10	Vertientes de Madera Norte	0	0	0	0	10	8	7	0	0	4.3	2.0	
11	Vertientes de Llanito	7	4	0	0	10	4	7	0	0	5.0	3.3	
12	Vertientes de Tolda Fria	4	1	0	0	10	8	7	4	10	3.4	3.3	
13	Vertientes de Correntos Sur	7	3	0	0	10	4	7	0	0	4.6	3.3	
14	Vertientes de Terminal			0	0	10	9	10	8	0	4.1	2.0	
15	Vertientes de Miraflores Alto Chinchua	8	5	0	0	10	10	10	4	10	4.7	2.0	
16	Vertientes de El Colomillo	7	5	0	0	10	10	7	0	10	6.9	7.3	
17	Cuchillas de tepalcates Piedrahíta	7	3	0	0	10	7	7	4	10	7.6	7.3	
18	Vertientes de Nieves Molino	0	0	0	0	10	4	10	8	10	6.0	7.3	
19	Parque El Recreo La Fontana	0	0	0	10	10	5	10	8	10	7.6	10.0	
20	Parque de los nevados	0	0	0	10	10	5	10	10	10	7.6	10.0	
21	Glaciar del Nevado del Ruiz	0	0	0	0	10	10	0	10	10	6.1	7.3	
22	Glaciar de Santa Isabel	0	0	0	0	10	10	0	4	10	5.9	7.3	

Tabla 9. (continuación)

Andarías en las canchales al este y sur de la zona de estudio.

DIMENSION DE VALOR	ASPECTO DEL MEDIO FISICO	INDICADOR UTILIZADO
Valor "mínimo necesario" (Vp)	Aguas superficiales	• Disponibilidad hídrica
	Calidad materiales	• Calidad del material
	Suelo	• Clase agrológica
	Relieve	• Pendiente
	Materiales de construcción	• Disponibilidad de materiales de construcción
Valor estratégico (Ve)	Aguas superficiales	• Disponibilidad hídrica
	Piso Cafetero	• Piso cafetero (1000-1850)
	Posibilidades hidroeléctricas	• Caída
	Aguas subterráneas	• Interés hidrogeológico
	Recursos minerales	• Importancia estratégicas de minerales
		• Disponibilidad de minerales
	Recursos geotérmicos	• Disponibilidad de recursos geotérmicos
		• Calidad del agua
Fuentes termominerales	• Fuentes de agua termomineral	
Valor patrimonial (Vp)	Aguas subterráneas	• Facilidad a la recarga hidrogeológica
	Cuencas estratégicas	• Importancia estratégica de cuencas
	Presencia cuerpos de agua	• Presencia de cuerpos de agua
	Ecosistemas estratégicos	• Ecosistemas estratégicos o de significación especial
	Calidad escénica	• Calidad escénica
	Calidad Geocientífica	• Calidad geocientífica intrínseca
Valor de sensibilidad (Vs)	Amenaza sísmica	• Amenaza sísmica
	Amenaza remoción en masa	• Amenaza por remoción en masa
	Amenaza hidrológica	• Amenaza fluvio-torrencial
	Amenaza volcánica	• Amenaza volcánica
	Amenaza erosión	• Amenaza por erosión
	Dependencia de cuencas	• Relación de dependencia con otras unidades

Tabla 10. Propuesta de clasificación de indicadores de geopotencial según las dimensiones de valor y la información disponible en la cuenca del río Chinchiná

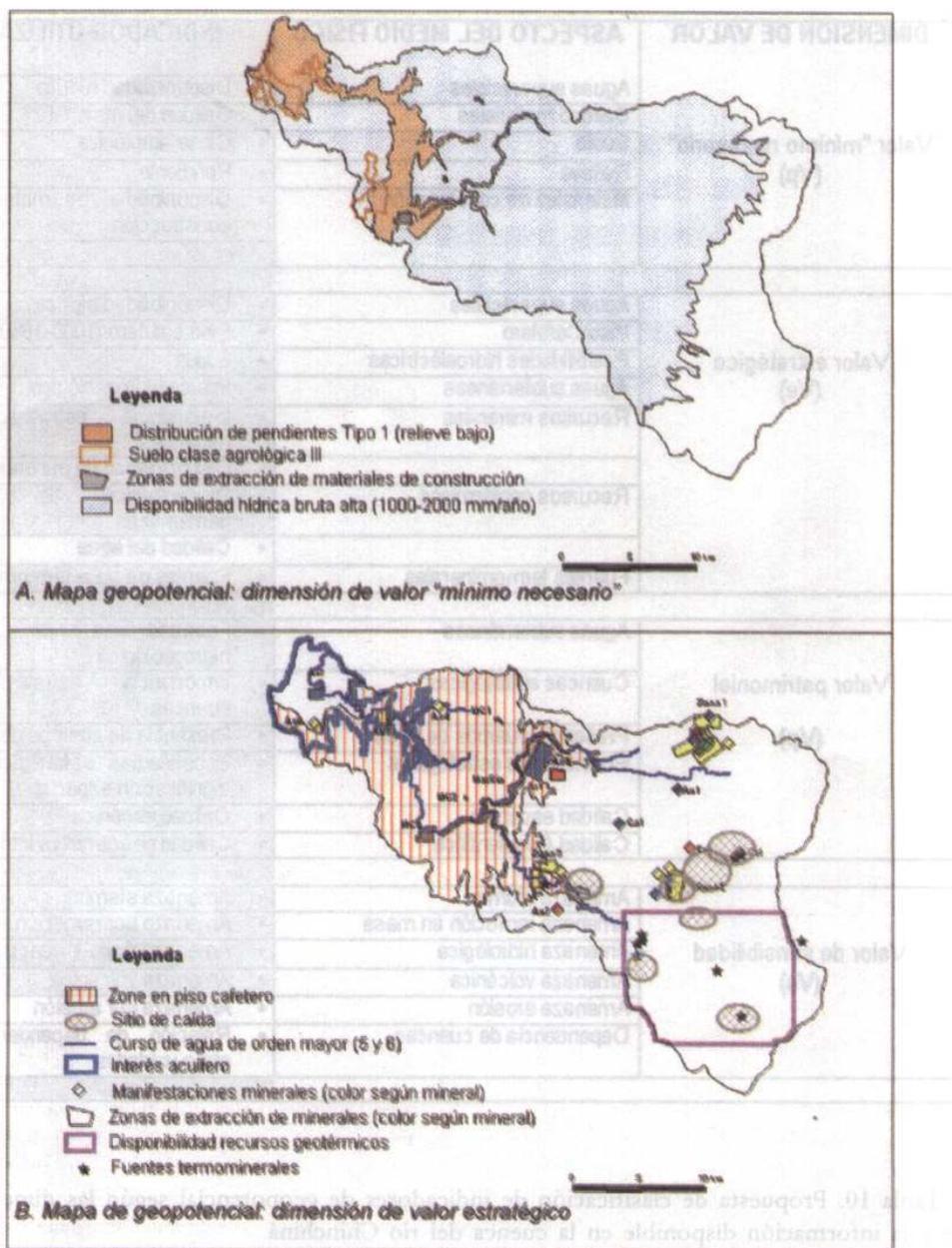


Figura 11. Mapas de geopotencial según dimensiones de valor

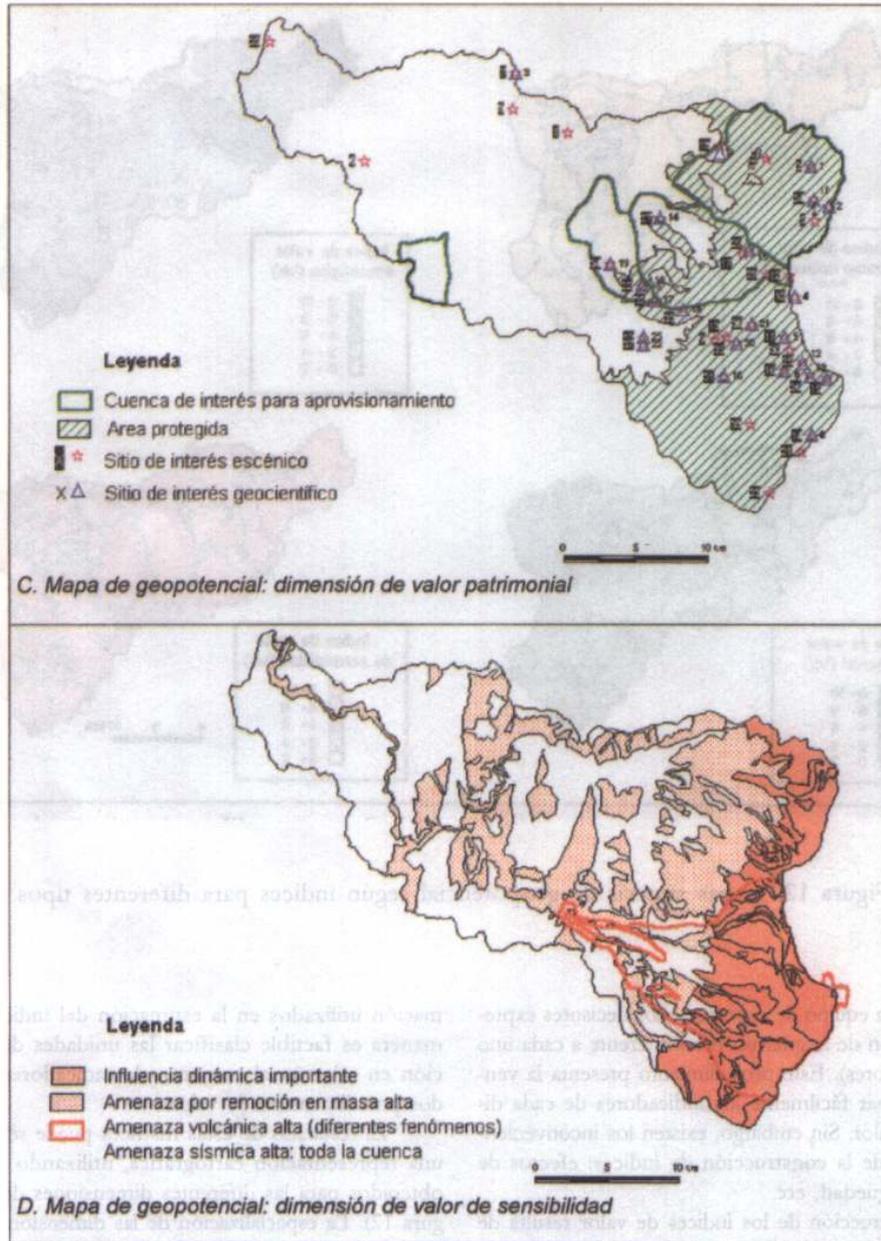


Figura 11. (continuación)

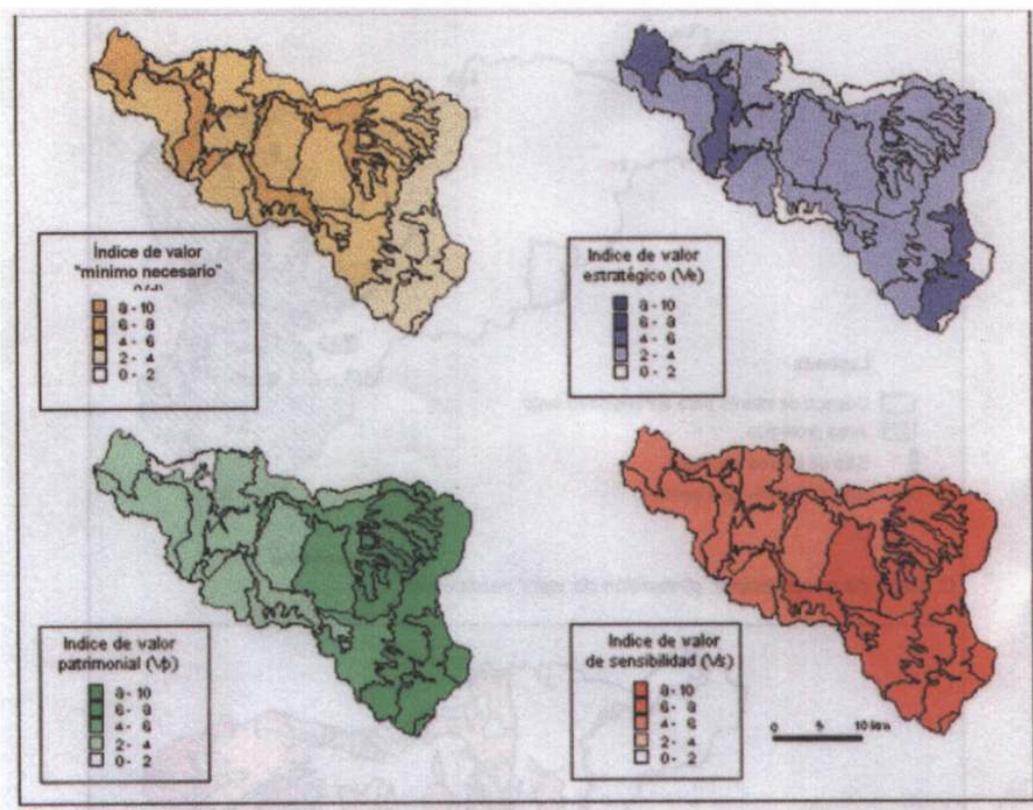


Figura 12. mapas síntesis de geopotencial según índices para diferentes tipos de valor

caso que en un equipo de expertos o los decisores expresen la intención de asignar un peso diferente a cada uno de los indicadores). Este procedimiento presenta la ventaja de sintetizar fácilmente los indicadores de cada dimensión de valor. Sin embargo, existen los inconvenientes normales de la construcción de índices: efectos de eclipse, ambigüedad, etc.

La construcción de los índices de valor resulta de todas maneras interesante para la toma de decisiones. Los inconvenientes que resultan pueden ser abordados mediante la explicitación de los indicadores y la infor-

mación utilizados en la estimación del índice. De esta manera es factible clasificar las unidades de planificación en relación al conjunto de indicadores organizados por dimensión de valor.

El resultado de estas matrices puede ser objeto de una representación cartográfica, utilizando los índices obtenidos para las diferentes dimensiones de valor (Figura 12). La espacialización de las dimensiones de valor permite en primera instancia una comparación visual de las diferentes unidades de planificación. Posteriormente esta espacialización se revelará particularmente interesante

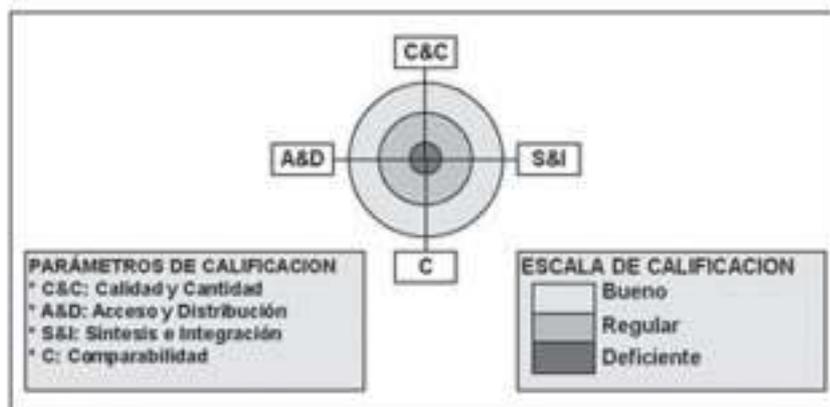


Figura 13. escala de evaluación de la certeza de la información utilizada para la evaluación del geopotencial

Información	C & C	A & D	S & I	C	INDICE DE CALIDAD
Geología	3	5	3	3	3.5
Geomorfología	4	4	4	3	3.8
Inf. minero-energética	2	2	3	2	2.3
Suelos	5	5	4	2	4.0
Hidrología	3	2	2	2	2.3
Geopaisaje	3	2	1	2	2.0
Ecosistemas	2	3	2	1	2.0
Amenazas	3	3	2	2	2.5

Tabla 11. Ejemplo de calificación de la información utilizada para el análisis del geopotencial a nivel regional en la subcuenca del río Chinchiná. Escala: 1: muy mala; 2: Mala; 3: Regular; 4: Buena; 5: Muy buena.

al momento de analizar los criterios de ayuda a la toma de decisión y de preparación de la fase de implantación de un modelo territorial.

6.5 Alcance en los análisis, certidumbre en la información

Idealmente, la información utilizada para el análisis de los indicadores de geopotencial debería ser precisa, válida, exhaustiva y sin ambigüedad. Sin embargo, la realidad muestra que la situación es bien diferente. En estas condiciones, con una información cuya calidad no es la ideal, la construcción de indicadores y las decisiones que se basan en ellos van a adolecer de cierto grado de incertidumbre. No importa que tan avanzada resulte la metodología de planificación ambiental territorial, ella no mejorará la calidad de los datos utilizados.

Sin embargo no estaría permitido postergar o anular el proceso de planificación bajo el argumento de una información inapropiada.

En la perspectiva de un proceso consensual, cobra importancia la explicitación que pueda hacerse de la calidad de la información utilizada. De esta manera será posible fijar el alcance de los análisis realizados y sensibilizar los decisores sobre la certidumbre de las decisiones que utilicen dichos indicadores de geopotencial.

Las limitaciones de la información pueden ser analizadas en términos de la calidad-cantidad, el acceso y la distribución, la síntesis-integración y la comparabilidad (CEPAL, 1994; Needham, 1992).

Así, es posible evaluar este concepto para cada uno de los elementos de información involucrados en la evaluación de índices. En una primera aproximación el análisis se puede realizar utilizando un esquema como el de la figura 13.

En la subcuenca del río Chinchín un ejemplo de análisis preliminar de certidumbre de la información se ilustra para la información utilizada en la aproximación a los diferentes indicadores (Tabla 11). A partir de este análisis, es posible proponer un índice de calidad de información. Para cada dimensión de valor se puede obtener un índice de calidad de información realizando un promedio de los índices particulares de calidad para cada indicador.

Por otra parte es necesario explicitar el alcance de los métodos utilizados para la medida de cada indicador,

pues la selección de cada método también está directamente relacionada a la calidad de la información disponible.

Finalmente, además de permitir el análisis de la certidumbre asociada a la información, es posible también identificar aquellos aspectos del conocimiento sobre los cuales es posible centrar los esfuerzos en investigación con el fin de mejorar el conocimiento del valor de geopotencial.

6.6 Hacia la estructuración de un sistema operativo de cartografía del geopotencial en el marco de la planificación territorial

Los diferentes aspectos tratados sobre la valoración y la representación de los indicadores de geopotencial, constituyen los puntos esenciales de un sistema de cartografía de geopotencial. Este sistema obviamente debería formar parte de un sistema mayor de cartografía de potencial ambiental en el cual se incluyan los aspectos bióticos y socioculturales necesarios.

Dicho sistema de tiene como objetivo principal abordar el proceso de comunicación y sobretodo permitir el manejo de una gran cantidad de información, máxime teniendo en cuenta que la consideración de los indicadores de geopotencial integra diferentes niveles de información primaria básica, información secundaria resultado de la combinación de la información básica, información surgida de opiniones de expertos, información de síntesis.

La figura 14 presenta un esquema de un diagrama de un sistema de indicadores de geopotencial, incorporando los usos posteriores de la información sobre geopotencial en los análisis de capacidad de acogida y de prospectiva territorial. Dicho diagrama constituye la base de un sistema informatizado.

7. PERSPECTIVAS

En el marco general de un ciclo de toma de decisiones, este análisis de geopotencial se inscribe en la fase de planificación territorial. Los indicadores de geopotencial pretenden sensibilizar sobre las posibilidades naturales de desarrollo sostenible de una región, con base en la información disponible.

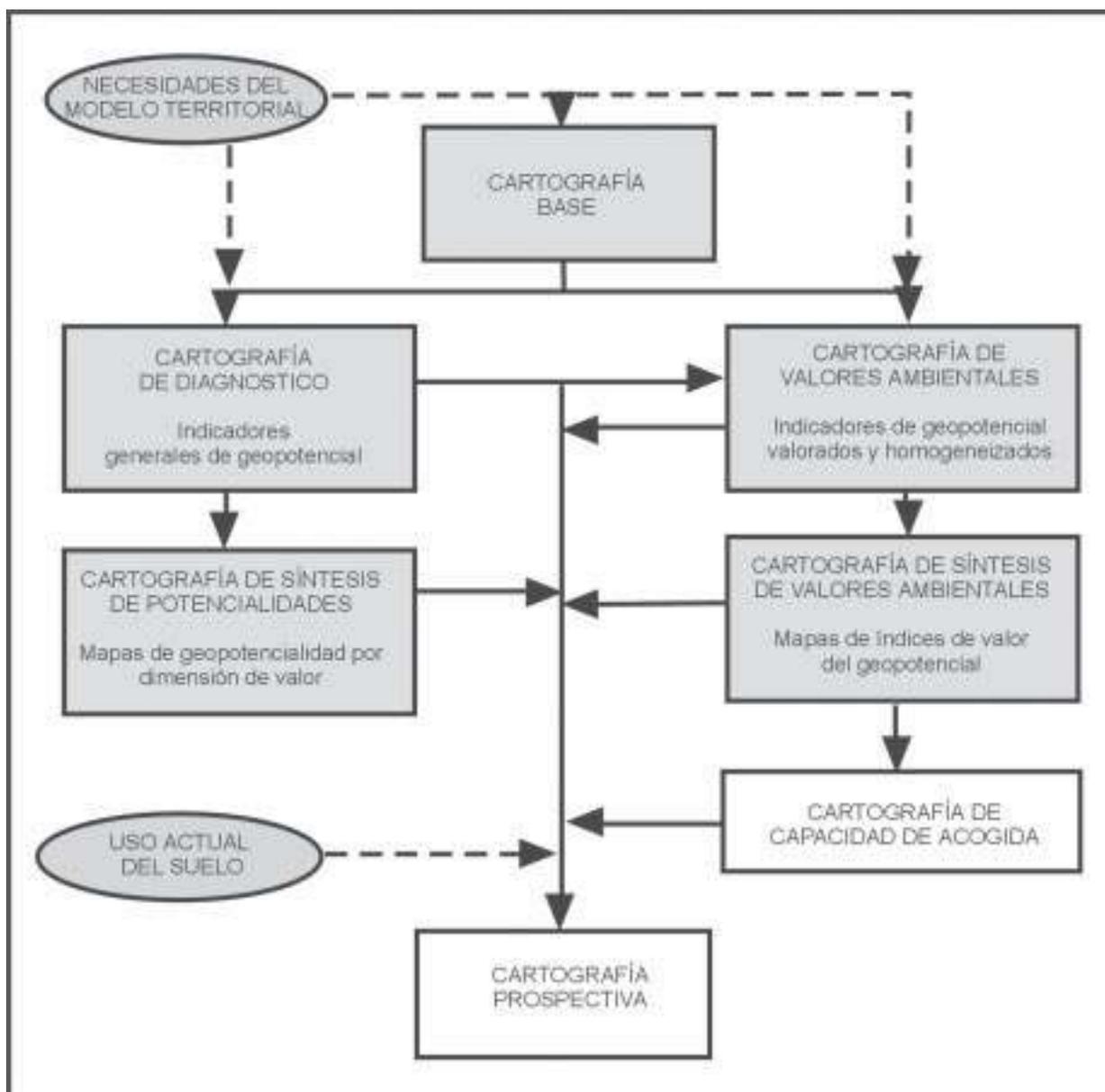


Figura 14. Diagrama funcional de un sistema de cartografía del geopotencial (elementos en verde; los elementos en gris utilizan la información del geopotencial)

Se ha abordado el problema desde el nivel regional y teniendo en cuenta una visión territorial de carácter estratégico, es decir, con énfasis en el largo plazo y en la necesidad de coordinación de acciones y de orientaciones al nivel local.

La cartografía del geopotencial permite abordar una serie de aspectos inherentes al proceso de planificación ambiental del territorio:

· *El problema de comunicación.* La cartografía del geopotencial han sido concebida con el ánimo de llenar un vacío existente en la comunicación entre científicos de la Tierra y planificadores. Esta puede ser utilizada por los geocientíficos para integrarse de una mejor manera en los procesos de planificación ambiental del territorio. Por otra parte, los planificadores pueden solicitar la información de las ciencias de la Tierra transformada según un lenguaje más próximo a sus necesidades.

· *El análisis de la capacidad de acogida del territorio:* con frecuencia se requiere conocer directamente la capacidad de acogida del territorio para actividades económicas y sociales. Los indicadores de geopotencial son seleccionados según su importancia para las actividades del modelo territorial y por ende es factible pasar a un proceso de integración de los mismos con otros indicadores socioeconómicos que permita obtener un análisis completo de la capacidad de acogida.

· *En la fase prospectiva de modelos territoriales,* los indicadores de geopotencial pueden ayudar a explicitar y espacializar la estructura de preferencias de los diferentes agentes territoriales

· *En la fase de prospectiva de posibles efectos* asociados a los diferentes escenarios territoriales alternativos, es posible analizar la conflictividad entre los usos propuestos a nivel de cada escenario territorial y los valores ambientales de la región de análisis

· *A nivel de la selección de criterios que guíen la implementación* de un escenario territorial, los indicadores de geopotencial representan una posibilidad como criterios, en función de los objetivos del proceso de planificación. (p.ej. objetivo conservación de zonas de producción de agua, criterio: zonas de valor alto de disponibilidad de agua).

Por otra parte, los indicadores de geopotencial van a jugar un papel importante en la construcción de índices de sostenibilidad y de desarrollo endógeno. La construc-

ción de índices de este tipo esta orientada a comparar la intervención humana en un sitio determinado, en función de los valores ambientales del mismo. El principio general es el de evaluar el buen uso que las actividades territoriales hacen de los valores de desarrollo, estratégico, patrimonial y de sensibilidad. Un análisis multitemporal permitirá hacer seguimiento de sostenibilidad y de la componente endógena de dicha sostenibilidad. Con respecto a esta componente endógena, es posible proponer índices que midan cuanto el desarrollo de una región esta basado en su dotación natural.

Finalmente, si bien no pretende un carácter universal, esta metodología de análisis del geopotencial puede tomarse, teniendo en cuenta adaptaciones según la escala y el sitio, como una base para:

· La aplicación a otras escalas de la planificación ambiental: nacional, local

· La integración con otras áreas del conocimiento: biológicas y socioculturales

· La construcción de sistemas operativos de ayuda a toma de decisiones en planificación territorial

· La construcción de escenarios territoriales con una componente importante de desarrollo endógeno

· La construcción de un sistema de conocimientos de las potencialidades territoriales y su implicación en la formulación e implementación de políticas ambientales, territoriales, de ordenamiento y sectoriales.

8. BIBLIOGRAFÍA

Adriaanse, A. 1993. Environmental policy performance indicators : a study on the development of indicators for environmental policy in The Netherlands. La Haya: SDU.

Amigues, J.P. Bonnioux, F; Le Goffe, Ph. y Point, P., 1995. Valorisation des usages de l'eau. INRA-Ed. Economica, Paris, 112 p.

Andrade, A. y Amaya, M., 1994. El ordenamiento territorial en el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi": aproximación conceptual y metodológica. *Revista SIG-PAFC*, IGAC, pp 32-46.

Angel, A. 1996. El reto de la vida: Ecosistema y Cultura. Ecofondo, Santafé de Bogotá, 109 p.

Balkey, N.C.1968. The Delphi method : an experimental study of group opinion. Rand Memorandum 5888, P.R. Rand Corporation, Santa Monica, California.

Becker-Platen, J. Dorn, M. y Look, E. 1987. An introduction to legend of the Geoscientific Map of the Natural Environment's Potencial (GMNEP) of lower Saxony and Bremen. *En : Arndt, P. y Lüttig, G. (eds), Mineral resources extraction, environmental protection and land-use planning in the industrial and developing countries.* E. Schweizerbart'she Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Alemania, pp 119-126.

Berger, A. 1996. Introduction to geoindicator checklist. *En : Berger, A. y iams, W. (ed), Geoindicators. Assessing rapid environmental changes in earth systems.* Balkema, Rotterdam, pp 383-394.

Boisvert, V. Holec, N. y Vivien, F., 1998. Economic and environmental information for sustainability. *En : Faucheux, S y O'Connors (eds), Valuation for sustainable development : methods and policy indicators.* Edward Elgar, Cheltenham, RU, pp 99-120.

Bouchard, C. y Daguette, D. 1994. Essai de méthodologie sur les valeurs paysagères. *Dans : Développement territorial et valeur environnementale : l'exemple du Mont Blanc. Les dossiers de la Revue de Géographie Alpine, n 14,* Grenoble, pp 137-138.

Carrizosa, J. 1981. Planificación del medio ambiente. Cuadernos del CIFCA, Madrid, 112 p.

Cendrero, A. 1996. Indicadores de desarrollo sostenible para la toma de decisiones. *Vasconia 24*, San Sebastián, España, 22 p.

Cendrero, A. Francés, E. y Diaz de Terán, J.R. 1992. Geoenvironmental units as a basis for the assessment, regulation and management of the Earth's surface. *En : Cendrero, A.; Lüttig, G. y Wolff, F. (eds), Planning the use of the Earth surface.* Springer-Verlag, Berlin, pp 199-234.

Cendrero, A. y Fischer, D. 1997. A procedure for assessing the environmental quality of coastal areas for planning and management *Journal of Coastal Research*, vol 13, No0. Fort Lauderdale, Florida, pp 266-278.

CEPAL, 1994. Organización de la información y de los datos estadísticos en el campo del medio ambiente: propuestas metodológicas, CEPAL, Santiago, Chile.

Chapelle, D. y Webster, H. 1993. Consistent valuation of natural resource outputs to advance both economic development and environmental protection. *Renewable Resources Journal*, invierno, pp 14-17.

Comisión de Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo, 1987. Nuestro futuro común. Alianza Editorial, Madrid, 324

Conesa Fdez-Vítora, V. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 2a edición, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España, 390 p.

Elliot, D.C. 1994. A conceptual framework for geo-environmental indicators. Draft pap for the conference on geo-environmental indicators, Corner Brook, Newfoundland.

Encinales, 1997. El uso de geoindicadores para evaluación de impacto ambiental en carreteras. Mémoires IX Congreso Col de Geotecnia. Santafé de Bogotá.

Fabbri, A. y Patrono, A. 1996. The use of environmental indicators in the geosciences. *En : Panizza, M.; Fabbri, A.; Marchetti, M. y Patrono, A. (eds). Geomorphological analysis and evaluation in environmental impact assessment.* ITC Publication, N. 32., ITC, Enschede, The Netherlands, pp 358-366.

Faucheux, S. y Noel, J.F. 1995. Economie des ressources naturelles et de l'environnement. Collection U Economie. Armand Colin De. 370 P.

Fischer, D. 1974. On the problems of measuring environmental benefits and costs. *Social Science Information*, Vol 13, No 2, pp 95-105.

Fricker, A. 1998. Measuring up sustainability. *Futures*, vol 30, No 4. Pergamon, UK, pp 367-375.

Gómez Orea, D. 1994. Ordenación del territorio: una aproximación desde el medio físico. Serie Ingeniería Geoambiental, Instituto

Tecnológico Geominero de España-Editorial Agrícola Española, S.A., Madrid, 238 p.

Grasmick, C. 1994. La valeur environnementale : problèmes de prise en compte des dimensions spatiales et environnementales en économie. *Les Dossiers de la Revue de Géographie Alpine*, n 14. Développement territorial et valeur environnementale ; l'exemple du Mont Blanc, Grenoble, pp 137-138.

Hoevenagel, R. 1994. A comparison of economic valuation methods. *En : Pethig, R., ed. Valuing the environment : methodological and measurement issues*, Kluwer academic publishers, Dordrecht.

Hüttler, W. 1998. Indicators for sustainable construction. Artículo (versión borrador) presentado a la Segunda Conferencia Internacional de la ESEE sobre Economía Ecológica y Desarrollo, U. de Ginebra, Ginebra, Suiza, 13 p.

ICCA 1994. L'information sur la performance environnementale. ICCA, Toronto, Canadá, 201 p.

INGEOMINAS 1997. Bases físicas para ordenamiento ambiental en el Departamento de Cundinamarca. Informe INGEOMINAS-Secretaría de Medio Ambiente, Santafé de Bogotá.

Lobo, E. 1982. Planificación de Recursos. Serie: Planificación de recursos. Material de enseñanza, No PR-6, U. de los Andes, Mérida, Venezuela, 35 p.

Londoño, F. Velásquez, E. y Velásquez, L.S., 1997. Regiones ambientales para el desarrollo sostenible. Caso piloto: la región del Macizo Cumanday. Propuesta de investigación; documento para discusión, 31 p.

Lüttig, G. 1989. Potential and future prospects-Earth Science mapping for rational management of natural resources and the environment. *En : McCall, J. y Marker, B (eds). Earth science mapping for planning, development and conservation*, Graham y Trotman, Londres, pp 237-248.

Needham, R. (ed), 1992. Breaking the barriers to environmental information, An Institute for research on environment and economy workshop, University of Ottawa, Environmental Monitoring and Assessment, No 20. pp 2-3.

Noël, J.F. y O'Connors, M. 1998. Strong Sustainability and critical natural capital. *En : Faucheux, S y O'Connors (eds), Valuation for sustainable development : methods and policy indicators*. Edward Elgar, Cheltenham, RU, pp 75-98.

OCDE 1991. Environmental indicators : a preliminary set, OCDE, Paris.

OCDE 1993. OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Environmental monograph No 83, OCDE, Paris.

Pearce, D. 1990. Environmental sustainability and cost benefit analysis. *Environment and planning*, No 22. pp 1259-1266.

Posada, A. y Viana, R. 1998. Acercamiento conceptual y metodológico al plan de ordenamiento ambiental territorial municipal. Tesis maestría en Planeación urbana y regional, Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá, 129 p.

Rachet, C. Theys, J. Lavoux, T. y Piveteau, V. 1997. Indicateurs de développement durable : bilan des travaux étrangers et éléments de réflexion. Document IFEN, Paris, 66 p.

Revista SIG-PAFC 1997. Debate de nuestros lectores. *Revista SIG_PAFC, IGAC*, Santafé de Bogotá, Año 4 No 13, pp 6-30.

Rigaldies, B. 1996. Le projet de territoire. Ed. du Papyrus, Montreuil, Francia. 117 p.

Samper Y. H. 1991. Ensayo sobre política económica, desarrollo y medio ambiente en Colombia. Fondo FEN-Colombia. Bogota, 94 p.

SCOPE 1995. Environmental indicators : a systematic approach to measuring and reporting on the environment in the context of sustainable development. *En : Gouze, N.; Mazjin, B. y Billbarz, S. eds. Indicators of sustainable development for decision-making*. Federal planning office, Bruselas, 25 p.

TCPA-Strategic Planning Group 1993. Strategic Planning for Regional Development. TCPA, Londres, 26 p.

Tomlinson, P. 1987. Conceptual problems in the use of environmental indicators in environmental impact assessment. *En : Schmidt di Friedberg, P (ed), 1987. Gli indicatori ambientali. Valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale*. Franco Angeli, Milano, pp 749-770.

Van Westen, C. 1994. Application of geographic information systems to landslide hazard zonation. ITC publication No 15, Enschede, The Netherlands. 245 p.

Velásquez, E. 1993. Geología ambiental de la zona rural del Municipio de Sonsón-Antioquia. *Resumen VI Congreso Colombiano de Geología*, Medellín

Velásquez, E. 1999. Contribution méthodologique à la prise en compte du milieu physique dans la planification environnementale du territoire en zone montagneuse de

Colombie. Tesis de doctorado, U. de Grenoble I, Francia.

Velásquez, E. 2000. Medio físico, ordenamiento territorial y políticas ambientales en Colombia: relaciones y perspectivas. *Revista Perspectiva Geográfica*. UPTC, Tunja e IGAC, Bogotá.

Velásquez, E. y Viana, R. 1997. Geopotential analysis as a tool for land-use and environmental planning in Colombia : analysis and perspectives. *Abstracts IV International Conference on Geomorphology*, Bolonia, Italia, p 391.

Velásquez, E. y Viana, R. 1998. Les scenario territoriaux comme outil d'aide a la decision dans la planification environnementale du territoire. *Memorias Coloquio Geopoint 98 sobre Analisis y Decisión Espacial*. Avignon, Francia. 6p.

Viana, R. y Velásquez, E. 1996. El componente geológico y geomorfológico en los estudios de impacto ambiental para vías. *Resumen VII Congreso Colombiano de Geología*, Santafé de Bogotá.

Westman, W. 1985. Ecology, impact assessment y environmental planning. Wiley intercience. USA. 532 p.

Weterings, R. y Opschoor, J.B. 1994. Towards environmental performance indicators based on the notion of environmental space. Advisory Council for Research on Nature and environment (RMNO). Publicación RMNO No 96.

Winograd, M. et al. 1996. Indicadores ambientales para la toma de decisiones en la Corporación Autónoma Regional de Risaralda: marco conceptual y aplicación. Documento de trabajo No 160, CIAT, Cali, Colombia; CARDER, Pereira, Colombia, 59 p.