EL BOSQUE EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO*

Alejandra Pérez

Resumen

En el ámbito de la ordenación del territorio o planificación territorial, la asignación de usos de la tierra para diferentes fines constituye una decisión que debe ser tomada sobre la base de parámetros sociales y naturales. Lo anterior se enmarca en la tendencia actual hacia un nuevo patrón de desarrollo, conocido como desarrollo sustentable, que considera como aspiración la convivencia armónica entre el ser humano y la naturaleza, así también como la mejora en la calidad de vida de las personas. La ordenación territorial es entonces un instrumento multidisciplinario que permite articular, sobre la base de objetivos económicos, sociales y ecológicos, a la sociedad con el ámbito en que ésta se desarrolla.

El bosque en la ordenación del territorio trata de descubrir la incógnita de dónde puede ser proyectado el bosque (natural y/o artificial) sobre el territorio al momento de efectuar una propuesta de ordenación territorial. Para descubrir la incógnita se utilizó la Teoría General de Sistemas y el modelo ecológico de diseño de Richard Forman. Llegando a los principios básicos que permiten la incorporación del bosque al territorio.

Tales principios fueron ajustándose a realidades concretas mediante el estudio de caso de la comuna de Santo Domingo (V Región) dentro del proyecto FONDECYT 197/1200 titulado "Ordenamiento del Espacio Rural, Uso Múltiple y Evaluación del Impacto Ambiental. Propuesta de una Tecnología para el Desarrollo de Estructuras y Funciones en Escala Predial y Comunal" y por medio del estudio de caso del Predio Fundación Cultural Las Condes (Región Metropolitana).

La solución corresponde a un tipo de diseño que proporciona una metodología para realizar propuestas de incorporación del bosque al territorio, considerando a la cuenca como unidad básica de planificación, al substrato suelo como variable restrictiva de la estabilidad de la cuenca y la connotación sistémica y valórica del bosque como directriz de ordeción.

Palabras claves: ordenación (ordenamiento, planificación) del territorio, bosque, diseño.

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 493

PARADIGMA 495

DEFINICIONES BÁSICAS 495
ACTOR SOCIAL 495
TERRITORIO 495
BOSQUE 495

BASES TEÓRICAS 496
SISTEMA 496
Unidad 496
Organización 496
Estructura 496
DESARROLLO Y FINALIDAD DE UN SISTEMA 496
ATRIBUTOS DE UN SISTEMA 497
1) Sinergia 497
2) Recursividad 498
3) Adaptación y Control 498
4) Variedad 499
5) Jerarquía 499
SISTEMAS NATURALES Y SISTEMAS ANTRÓPICOS 499
El Bosque como Elemento del Sistema Natural 500
El Bosque como Elemento del Espacio Administrativo 501

DISEÑO ESPACIAL DEL BOSQUE EN LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS 502
UNIDADES DE DISEÑO 502
Corredor 502
Parche 502
Matriz 502
EL BOSQUE COMO UNIDAD DE DISEÑO 503
BOSQUE MATRIZ 503
Bosque Matriz Productiva 503
Bosque Matriz Patrimonial y Recreativo 504
EL BOSQUE PARCHE Y CORREDOR 505
Parche Productivo 505
Parche y Corredor de Conexión 505
Parche y Corredor de Conservación 506
Parche y Corredor de Recreación 508
DIMENSIÓN ESTÉTICA 508
PRINCIPIOS GENERALES 508

DESCRIPCIÓN DEL TERRITORIO Y DISEÑO 509
Ejemplos 511

APLICACIÓN DEL DISEÑO EN EJEMPLOS GRÁFICOS 513

CONCLUSIONES 514

BIBLIOGRAFÍA 514

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del ser humano hasta la Segunda Guerra Mundial, no se habían descubierto tecnologías con tanto potencial destructivo como las que hay en la actualidad. Tiempo atrás (siglo XIX), el desarrollo tecnológico era significativamente menor y la agricultura era de subsistencia o de producción de bajos excedentes, lo que llevó a Malthus a plantear que en un futuro cercano, al crecer la población, gran parte de ella moriría de hambre.

A partir de la Revolución Industrial, se desatan las fuerzas productivas que son el reflejo de la gran capacidad inventiva tecnológica desarrollada (se descubre la electricidad, se crea el automóvil, etc.). El ser humano comenzaba a producir una modificación substancial de su hábitat. Hace, aproximadamente, tres

* Pérez, A. 2002. El bosque en la ordenación del territorio. **En**: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.

décadas se inició la conformación de instituciones preocupadas por la gran magnitud del impacto del desarrollo tecnológico. La población estaba temerosa del gran alcance que había desarrollado la energía nuclear y el armamentismo; el poder del ser humano llegó a ser tan grande que se volvió capaz de destruir el planeta más de una vez.

La incertidumbre y el temor de la población por los avances tecnológicos, se manifestaron en algún activismo ambiental a fines de la década de 1960, debido al despliegue de la tecnología, sus productos y sus consecuencias no previstas. El milagro de los productos de lavandería mató peces, contaminó ríos y dejó burbujas en el agua potable. El progreso fue sospechoso.

Puede decirse que, desde hace cuatro décadas, el mundo tomó verdadera conciencia de los grandes cambios que el ser humano puede realizar sobre el medio que habita. Hoy en día, la tendencia hacia un patrón de desarrollo considera como aspiración la convivencia armónica entre el ser humano y la naturaleza.

Esta nueva directriz de desarrollo de la humanidad fue definida por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), que fue respaldada por la Asamblea General de las Naciones Unidas. En el Informe Brundland de 1987 se definió el desarrollo sostenible como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad que las futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades" (FAO, 1997).

En la ya dicha relación de armonía entre el ser humano y la naturaleza, la ordenación territorial tiene un papel relevante, aplicado al logro del desarrollo sostenible (sustentable). Los recursos terrestres se utilizan en una diversidad de objetivos y variados propósitos que compiten o pueden competir entre sí; en consecuencia, conviene planear y ordenar todos los recursos en forma integral. La integración debería hacerse a dos niveles, considerando, por un lado, todos los factores ambientales, sociales y económicos (incluidas por ejemplo, las repercusiones de los diversos sectores económicos y sociales sobre el medio ambiente y los recursos naturales) y, por otro, todos los componentes del medio ambiente y los recursos conjuntamente (es decir, el aire, el agua, la biota, la tierra, los recursos naturales y geológicos). El objetivo global consiste en facilitar la dedicación de la tierra a los usos que aseguren los mayores beneficios sostenibles y promover la transición a una ordenación sostenible e integral de los recursos de tierras. Al hacerlo, deben tenerse en cuenta los problemas ambientales, sociales y económicos. Sobre todo deben tenerse presentes las zonas protegidas, el derecho a la propiedad privada, los derechos de las poblaciones indígenas y sus comunidades locales y el papel económico de la mujer en la agricultura y el desarrollo rural, entre otros (ONU, 1992).

Hoy en día, el concepto de ordenación territorial (*land use planning*) se ha definido formalmente como la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de cualquier sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como una actuación multidisciplinaria y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización del espacio de acuerdo con ciertas directrices; debe ser democrática, global, funcional y prospectiva (Carta Europea de la Ordenación del Territorio de 1983, citada por Rivas, 1998).

CONAMA (1998) entrega una definición desde un punto de vista político: "En la práctica, los distintos gobiernos mantienen objetivos prioritariamente ligados al incremento del desarrollo económico y de la competitividad de una economía cada vez más globalizada y con las recientes tensiones sociales más o menos puntuales. En este marco, la ordenación del territorio debe saber conjugar y armonizar, en una perspectiva histórica, dialéctica y globalizada, las necesidades de crecimiento e incremento de la competitividad con la protección y preservación del patrimonio de los recursos naturales y culturales y con el logro de la cohesión económica y social, reequilibrando la evolución de los territorios con el propósito de permitir una creciente igualdad en la calidad de vida y en las posibilidades del desarrollo personal de la población que ocupa los distintos espacios".

Al respecto, Gastó y Rodrigo (1998) proporcionan una definición ecológica del concepto: "El ordenamiento del territorio es un instrumento que permite articular, sobre la base de objetivos económicos, sociales y ecológicos, a la sociedad con el ámbito donde ésta se desarrolla. La ocupación del espacio, es un proceso que se da en cualquier sociedad en la medida que ésta aumenta su tamaño y capacidad de intervenir la naturaleza a través de la tecnología".

Entre los instrumentos que deben considerarse para la ordenación del territorio, se mantiene en primer lugar la dimensión ecológica del problema. El ámbito o los ámbitos que abarquen el área de planificación deben ser analizados desde una perspectiva ecológica. En una primera etapa se debe caracterizar el recurso en forma abstracta, en un espacio límite, correspondiente al ecosistema, lo cual permite representar a la naturaleza en caracteres numéricos.

La receptividad tecnológica es una característica propia de cada ecosistema que constituye las opciones de artificialización y ordenación del sistema. Algunos componentes deben conservarse en estado natural, simultáneamente con la incorporación de tecnologías compatibles con la sustentabilidad y optimización del problema. En ocasiones, se requiere conservar la totalidad del sistema como área natural protegida. Desde esta perspectiva, se analiza caso a caso la ordenación

espacial a largo plazo, dada por las características específicas de cada uno, relativas a la heterogeneidad propia del territorio".

La Comisión Europea presentó en 1991, a los Estados miembros de la UE, el documento Europa 2000+, que consiste en ofrecer una información sistematizada sobre la dimensión europea de la planificación territorial y adoptar un marco político europeo que permita a los responsables de la ordenación de los Estados miembros y los agentes económicos y sociales hacer más coherente la toma de decisiones.

Desde 1994 existe la voluntad que el documento Europa 2000+ sirva como base a uno posterior estratégico titulado "Esquema de Desarrollo del Territorio Comunitario" (EDTC) o "Perspectiva Europea de Ordenación del Territorio" (PEOT), que analice los impactos territoriales de los profundos cambios acaecidos recientemente en Europa: unificación alemana, incorporación de nuevos tres Estados a la UE, transición democrática y económica de los países de Europa central y oriental y, acuerdos de asociación de los países del Mediterráneo. De esta forma, la organización espacial del territorio de la UE se caracteriza por la evolución hacia una mayor complejidad y diversificación del territorio (Álvarez, 1998).

PARADIGMA

Paradigma es el conjunto de supuestos fundamentales en los que este estudio se basa y que se asumen verdaderos. Como paradigma se asume que:

La naturaleza es un continuo. Esto quiere decir que es más común encontrar cambios graduales (ecotonos), a medida que se avanza desde una posición geográfica hasta otra, que cambios abruptos (alternos), lo que se refleja, por ejemplo, en el cambio gradual de la vegetación.

A pesar que toda la biósfera está relacionada, es posible encontrar unidades naturales de planificación que actúan en forma de sistema. Estas unidades naturales de planificación son las cuencas.

El ser humano posee también unidades de planificación administrativas que, a escala humana, corresponden al predio y la comuna. Estas unidades artificiales están contenidas dentro de las unidades naturales (cuencas).

Comprender que la cuenca es la unidad básica de planificación permite tomar decisiones ecológicamente sustentables. Al respecto, el estudio de la cuenca en forma de sistema permite determinar las variables claves para diseñar las unidades administrativas antrópicas en forma armónica y coherente con el ámbito natural en que están insertas. La desarticulación entre la escala administrativa y la natural es un grave problema ecológico y social, que deteriora al territorio y por consiguiente, empobrece la vida del ser humano que lo habita.

Finalmente, el bosque es un elemento natural, que puede ser incorporado dentro de las unidades administrativas. Una utilización sustentable del bosque, es aquella que no altera la estructura y organización natural del sistema cuenca y que, además, satisface las necesidades de la sociedad.

DEFINICIONES BÁSICAS

ACTOR SOCIAL

Un actor social corresponde a un grupo de personas, o institución, que influye en las decisiones y/o acciones que se dan dentro de una sociedad, es decir, que influye de manera relevante en la evolución de la sociedad. Al referirse a un territorio particular, los actores sociales son los grupos de personas o instituciones que influyen en las decisiones y/o acciones que se toman en ese territorio (Queron, 1998).

TERRITORIO

Sistema físico y social estructuralmente complejo (con diversidad de subsistemas, con articulaciones lineales y no lineales y con recursividad), dinámico y delimitado (Sergio Boisier, citado por Queron, 1998).

Territorio es una porción delimitada de la superficie terrestre en la cual se desarrollan actividades humanas, que contempla elementos físicos y una coyuntura socioeconómica y cultural particular en un momento dado. Es dinámico en la medida que sufre cambios, en particular debido a la actividad humana. Además, los elementos físicos están constituidos por rasgos naturales intervenidos (suelos, sistema hidrográfico, etc.) y las construcciones del hombre (tecnoestructura) (Queron, 1998).

BOSQUE

Terreno con una cubierta de copas de árboles de más de un 20% de la superficie en países industrializados (FAO, 1992).

En "El Proceso de Montreal" realizado en Ginebra (1994), el bosque se le definió como un "ecosistema"; y, ecosistema se define a su vez como "un complejo dinámico de comunidades de plantas animales, hongos y microorganismos y el ambiente biótico asociado, con el cual interactúan"(FAO, 1992).

Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m^2, con un ancho mínimo de 40 m, con una cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semi-

áridas y el 25% en circunstancias más favorables (Gallardo, 1999).

Para efectos de este estudio, el concepto de bosque se usa en un doble sentido: el primero, como unidad del sistema cuenca; y el segundo como unidad del sistema predial, siempre asumiendo que el predio se encuentra en una o varias cuencas. Por otra parte, el bosque puede ser considerado en ambas escalas (cuenca y predio) como una unidad compleja (subsistema) o como una unidad simple. La primera tiene una connotación funcional y la segunda posee una connotación valórica y de significancia.

Las dimensiones del bosque dependen exclusivamente del diseño.

BASES TEÓRICAS

SISTEMA

La definición de sistema es derivada del trabajo de los autores citados en los párrafos siguientes como "una unidad (totalidad) que posee estructura, organización, desarrollo y finalidad".

UNIDAD

La unidad es un concepto general, que puede aplicarse a la definición de sistema. Las claves que explican a la unidad son (Johansen, 1975; Zeleny, 1981; Saavedra[1]):

- En la unidad queda establecida la identidad de algo, es decir, lo que hace que una cosa sea tal y no otra.
- Para establecer la identidad de algo debe existir una operación de distinción y por consiguiente, un observador.
- La operación de distinción genera una unidad (sistema) y el medio en que ella es distinguida.
- Una unidad puede referirse a un conjunto de elementos interactuantes entre sí (unidad compuesta), o a un componente básico de un todo (unidad simple).
- En el proceso de distinción, un sistema puede ser definido en cuanto a sus fronteras o límites, que pueden entenderse como la parte de la estructura del sistema que permite al observador identificarla como una unidad.

ORGANIZACIÓN

El origen etimológico: la palabra organización viene del griego "organon" (instrumento).

La organización es (Johansen, 1975; Zeleny 1981; Saavedra): un complejo de relaciones entre los componentes y, los procesos producidos por éstos, que deben permanecer invariantes para constituir una unidad distinguible.

Cada vez que esta organización se concretiza en un sistema real, el dominio de deformaciones que este sistema puede compensar sin perder su identidad, deviene en dominio de cambios en el cual el sistema, mientras existe, mantiene constante su organización (Maturana y Varela, 1972).

Von Bertalanffy (1968) considera que la organización se relaciona con el segundo principio de la termodinámica, la cual indica que la destrucción del orden es lo que otorga la dirección general de los eventos. De esta manera, la "finalidad" de un sistema es lo que determinaría la organización de éste.

ESTRUCTURA

Origen etimológico: la palabra estructura viene del verbo latino "truere" (construir).

La noción de estructura o las ideas de forma, configuración, trama, complejo y conexión, íntimamente relacionadas con ella, alude casi siempre a un conjunto de elementos solidarios entre sí, a un organismo cuyos elementos no son meros fragmentos independientes y arbitrariamente desintegrables, sino que poseen interdependencia, entre ellos y con respecto a la totalidad. La estructura se compone, por lo tanto, de miembros más bien que de partes y constituye un todo y no una suma (Ferrater, 1944).

Las claves asociadas a estructura son (Johansen, 1975; Zeleny, 1981; Munizaga, 1993; Rotundo, 1978; Saavedra[2]):

- En una unidad compuesta, la estructura queda constituida por los componentes actuales y las correspondientes relaciones entre ellos.
- Puede decirse que la diferencia fundamental entre estructura y organización radica en que la primera hace referencia a los componentes.

DESARROLLO Y FINALIDAD DE UN SISTEMA

El desarrollo del sistema (Figura 1) es el cambio de estado del sistema, entendiendo como estado a una determinada distribución de la información (o energía) en la estructura del sistema (Rotundo, 1978).

Cuando los cambios sucesivos que originan estados distintos del sistema son normales, los acostumbrados, los que siempre han sido, la estructura del sistema se mantiene invariable. Pero si tales cambios no son normales, sino que por el contrario son distintos, la estruc-

[1] Apuntes de clases Sr. Oscar Saavedra Rodríguez, profesor de la cátedra de Sistemas de Información Administrativos, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile. 1999.

[2] *Opus citae* nota 1

tura del sistema cambia y se produce una modificación de las relaciones internas (relaciones de información) que se traduce, en definitiva, en un cambio cualitativo de toda la estructura del sistema. Por ejemplo, una melodía no se altera en su estructura si cambiamos por igual el tono de todos los sonidos que la forman, porque las relaciones dentro de la estructura siguen siendo las mismas (Rotundo, 1978).

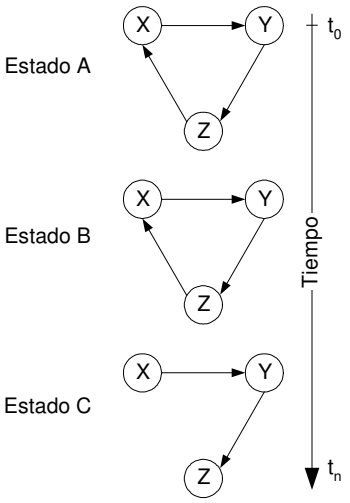

Figura 1. Cambio de estados de un sistema en el tiempo (adaptación de Rotundo, 1978)

En cuanto a los distintos tipos de finalidad, Von Bertalanffy (1968) recopila los más representativos:

1. Teleología estática o fitness: significa que un arreglo parece ser útil para cierto propósito. Por ejemplo, las espinas de las plantas serían una protección contra animales.

2. La teleología dinámica: significa un direccionamiento (directiveness) de procesos. Distintos fenómenos que a menudo suelen confundirse, pueden ser distinguidos:

- Dirección de eventos hacia un estado final, el cual puede ser expresado como si el presente comportamiento fuera dependiente del estado final. Cada sistema que alcanza una condición temporal-independiente se comporta de esta manera.

- Direccionamiento basado sobre la estructura: significa que un arreglo de estructuras conduce el proceso en un camino que con certeza alcanza un resultado determinado. Esto es verdad por supuesto en las máquinas que han sido construidas por el ser humano. En la naturaleza se encuentra un orden estructural de procesos que supera a todas las máquinas creadas por el ser humano. Por ejemplo, la homeostasis, que es un proceso mediante el cual el material y la situación energética de un organismo es mantenida constante. Ejemplos son los mecanismos de termorregulación, mantenimiento de la presión osmótica, pH, concentración de sales y la regulación de la postura, entre otros. Estas regulaciones son gobernadas por mecanismos de feedback (retroalimentación).

- La equifinalidad: El hecho que el mismo estado final puede alcanzarse desde diferentes condiciones iniciales y distintos caminos. Éste parece ser el caso de sistemas abiertos. Al parecer la equifinalidad es responsable de la regulación primaria de los sistemas orgánicos, por ejemplo, para todas aquellas regulaciones que no pueden basarse sobre estructuras predeterminadas o mecanismos.

- En la Teoría General de Sistemas, el primer principio es el de la Equifinalidad. En sistemas cerrados, el estado final es inequívocamente determinado por las condiciones iniciales. En sistemas abiertos, el "Steady State" final puede ser alcanzado desde diferentes condiciones iniciales y por medio de distintos caminos. Esto se conoce como equifinalidad y es importante para el fenómeno de la regulación biológica .

- La finalidad verdadera o purposiveness: significa que el comportamiento actual está determinado por la previsión de una meta. Éste es el concepto aristotélico. Presupone que la meta futura está ya presente en el pensamiento y dirige las acciones actuales. El purposiveness verdadero es característico del comportamiento humano y está conectado con la evolución del simbolismo del lenguaje y los conceptos.

ATRIBUTOS DE UN SISTEMA

Lazlo (citado por Johansen, 1975), descubre cuatro invarianzas que atraviesan las fronteras de los fenómenos físicos, biológicos y sociales y se aplican a los sistemas de complejidad organizada, como es el caso de la naturaleza; éstos son:

- Principio de totalidad con propiedades irreductibles.
- Principio de la viabilidad.
- Principio de la autocreación y de la complejidad creciente.
- Principio de la jerarquía.

En este trabajo, los atributos generales de los sistemas se reconocen como sinergía, recursividad, adaptación y control, variedad y, jerarquía.

1) SINERGIA

También conocido como principio de totalidad, con propiedades irreductibles, define que la conducta de la totalidad o sistema no es predecible por la conducta separadamente observada de sus partes (Johansen, 1975).

2) RECURSIVIDAD

Cada una de las partes del todo posee, a su vez, las características principales del todo (recursividad). Por ejemplo, una célula, un hombre y un grupo humano, tienen las relaciones siguientes: el hombre es un conjunto de células y el grupo humano es un conjunto de hombres. Luego se puede establecer recursividad célula–hombre–grupo. Aún más, el hombre no es una suma de células ni el grupo es una suma de individuos, por lo tanto se tiene elementos recursivos y sinergéticos[3].

El concepto de recursividad, especialmente en los sistemas dinámicos abiertos, se encuentra contenido en lo que hemos denominado el "Teorema de Beer", el cual señala que todo sistema viable contiene subsistemas viables, o expresado en otros términos, todo sistema viable se encuentra contenido en otro sistema viable mayor (Johansen, 1975).

3) ADAPTACIÓN Y CONTROL

Es la tendencia a mantenerse o sobrevivir en un medio en constante cambio (principio de la viabilidad).

La autocreación es una respuesta a las condiciones cambiantes que no pueden ser superadas sobre la base de ajustes de la estructura existente. Como tal, este fenómeno es un mecanismo de adaptación. Y así, la autocreación es un mecanismo necesario para la evolución. Los sistemas van progresando desde un estado de gran multiplicidad y baja coordinación hasta un estado general con un ordenamiento altamente coordinado. "Los muchos" pasan a ser parte de "los pocos" y los pocos forman conexiones coherentes que los hacen, a su vez, partes de un conjunto único del conjunto total[4] (principio de la autocreación y de la complejidad creciente).

Homeostasis

Homeostasis viene del griego homo = lo mismo, histasthai = permanente. La homeostasis muestra que todo mecanismo está adaptado a su finalidad y que ésta consiste en mantener los valores de ciertas variables esenciales dentro de ciertos límites fisiológicos. Un sistema homeostático es aquel que no cambia en el tiempo, pero en el cual cambian sus componentes y el ambiente donde se encuentra. En otras palabras, es un sistema estático con componentes y entornos dinámicos, que mantiene constante su estado en un entorno cambiante a través de ajustes internos. Por ejemplo, el cuerpo humano, en donde se ponen en marcha una serie de mecanismos internos para mantener constante la temperatura interna cada vez que la externa aumenta o disminuye[5].

Algunos conceptos relacionados con la homeostasis son:

Autorregulación

Se refiere a las tareas de ajuste que realizan algunos elementos del sistema para mantener constante su estado interno. Normalmente corresponde, en la naturaleza, a un punto de equilibrio abstracto al cual se tiende pero nunca se llega; por ejemplo; en el cuerpo humano están actuando siempre, a veces en mínima proporción, los mecanismos para mantener constante la temperatura y, en sistemas construidos por el hombre, hay dispositivos que están en permanente funcionamiento para lograr el equilibrio deseado y otros que mantienen el estado de un sistema entre ciertos límites.[6]

Retroalimentación

La retroalimentación o feedback es una función interna del sistema que permite el control del desarrollo y evolución del sistema en una forma autorregulada.[7]

Orden y Entropía

Para la Teoría General de Sistemas (TGS) el concepto de entropía es una medida que caracteriza el grado de desorganización de un sistema, ya que toda forma organizada tiende a la extinción, desorganización, desintegración, o muerte.

En el mundo físico, el estado más probable de los sistemas es el caos, desorden y desorganización. Según la TGS, los sistemas pueden clasificarse en abiertos o cerrados.

La termodinámica, declara expresamente que sus leyes son aplicables sólo en sistemas cerrados. Particularmente, el segundo principio de la termodinámica establece que, en sistemas cerrados, una cierta cantidad, llamada entropía, debe incrementarse al máximo y eventualmente el proceso se detiene en un estado de equilibrio. El segundo principio puede ser formulado de diferentes maneras: una, que la entropía es una medida de probabilidad; y la otra, que los sistemas cerrados tienden al estado de distribución más probable. La más probable distribución, sin embargo (el estado más probable de la distribución), es un estado de completo desorden, si es que se tiene a las moléculas u otros elementos en un espacio cerrado (Von Bertalanffy, 1968).

Así, la tendencia hacia la máxima entropía o la distribución más probable es la tendencia al máximo desorden. Sin embargo, se encuentran sistemas que por su naturaleza y definición no son cerrados. Cada organismo vivo es esencialmente un sistema abierto. Se mantiene continuamente a sí mismo mediante flujos de entrada y de salida; acrecentando (building up) y des-

[3] *Opus citae* nota 1.
[4] *Opus citae* nota 1.
[5] *Opus citae* nota 1.
[6] *Opus citae* nota 1.
[7] *Opus citae* nota 1.

componiendo (break down) sus componentes, nunca estando a lo largo de su vida, en un estado de equilibrio químico y termodinámico, pero manteniendo un llamado Steady State, que puede ser alcanzado desde diferentes condiciones iniciales y por medio de distintos caminos (equifinalidad) (Von Bertalanffy, 1968).

En todos los procesos irreversibles, la entropía debe incrementarse. Por lo tanto, el cambio de entropía en sistemas cerrados es siempre positiva, el orden es continuamente destruido. En sistemas abiertos, la producción de entropía no se tiene solamente debido a procesos irreversibles, sino también a la importación de entropía, la cual podría ser negativa. Éste es el caso de los organismos vivos, los cuales importan moléculas complejas altas en energía libre. Así, los sistemas abiertos, manteniéndose a ellos mismos en "Steady State", pueden evitar el aumento de la entropía y podrían incluso desarrollarse hacia estados de alto orden y organización (Von Bertalanffy, 1968).

Los sistemas naturales, por ejemplo, importan energía proveniente del sol y exportan la energía calórica producida en los procesos (entropía) al universo.

Un "Steady State" no es inmóvil, o no tiene un verdadero equilibrio. Es un continuo influjo de energía desde un ambiente externo y una continua exportación de productos desde el sistema, pero la relación del intercambio de energía y las relaciones entre las partes se mantiene constante.

4) VARIEDAD

Los sistemas viables son los capaces de adaptarse y sobrevivir. Podría agregarse que importan del medio lo necesario para sobrevivir y exportan una cantidad de energía un poco menor que la importada, porque en el proceso de transformación desde entrada a salida, parte de la energía se ocupó en la organización del sistema, en mantener unidas sus partes. Esto lo medirá la entropía, que en física es una medida de desorganización. W.R. Ashby definió la variedad como "El número de estados diferentes que puede presentar el sistema", sabiendo que en un sistema habría un cierto número de relaciones diferentes entre sus elementos y por consiguiente, estados distintos de sus relaciones. Así por ejemplo, si se considera un dado como un conjunto de números, éste tiene una variedad igual a 6; el alfabeto, como un conjunto de letras, tiene una variedad igual a 27[8]. La variedad es la cantidad de estados (o conductas) que puede desarrollar un sistema (Johansen, 1975).

5) JERARQUÍA

Debido a que los modelos de desarrollo en todos los campos de la naturaleza son análogos, la evolución parece conducir hacia la superposición de sistemas sobre sistemas en una jerarquía continua, atravesando las regiones de lo suborgánico, orgánico y supraorgánico (principio de la jerarquía) (Lazlo, citado por Johansen, 1975).

SISTEMAS NATURALES Y SISTEMAS ANTRÓPICOS

El fenómeno naturaleza puede ser modelado como un sistema (ecosistema) y, a su vez, este sistema puede ser delimitado espacialmente sobre el territorio por un observador. La unidad territorial generada corresponde a la cuenca y por consiguiente, es escenario que debe ser ordenado. En la cuenca se encuentra la presencia física del agua, por lo que el establecimiento del ser humano se asocia a ella.

La cuenca es un sistema; sus inputs son principalmente precipitaciones, energía solar y energía cinética del viento. Puede decirse, además, que la cuenca es el estado final de máxima estabilidad en una parte de la evolución de la ecósfera. En la cuenca, la forma de sus componentes están en la proporción justa para que fuerzas o disturbios como el viento, la fuerza de gravedad, la fuerza de las gotas de lluvia, no desconfiguren su funcionamiento.

En este sentido, el bosque puede representarse como un mecanismo de control que mantiene la homeostasis de la cuenca. Controlando que la cantidad de sedimentos que es transportada ladera abajo pueda ser absorbida o eliminada del sistema.

Como unidad, la cuenca es un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y, sus excedentes en agua, o en materias sólidas transportadas por el agua, forman, en un punto espacial único, una desembocadura o una exutoría. El trazado del límite de la cuenca se hace empezando por la desembocadura y siguiendo lo puntos más elevados hasta cerrar el circuito. De la misma forma pueden trazarse las subcuencas de los tributarios (Lamas, 1993).

La cuenca posee geoforma, agua, suelo y biocenosis, organizados. Los inputs corresponden principalmente a energía solar, precipitaciones y viento y los outputs son principalmente: evapotranspiración, agua y materiales.

Los componentes mayores están organizados y estructurados, de modo general, de la siguiente manera:

El patrón (form) de una cuenca se refiere a su proporción relativa de pendientes, ríos, flujos en las zonas planas y cumbres de montañas y, la forma de ellos en términos de largo, ancho y relieve. Adicionalmente se deben considerar factores como densidad, forma de la pendiente y steepnes (carácter de escarpado), estabilidad del suelo y la dominancia relativa de ciertos tipos de varios procesos de erosión geológica como cárcavas

[8] *Opus citae* nota 1.

o derrumbes, que contribuyen al patrón base (Curry, 1981).

La cuenca puede caracterizarse por su forma (dependiente de la geomorfología), tamaño, altura máxima y mínima, cobertura, longitud del cauce principal, relieve, tipo de suelo y de subsuelo (Bonilla, 1999).

Tiene flujo de energía y de material, predominantemente mediante la energía solar, la cual maneja al ciclo hidrológico. Su estabilidad, equilibrio y productividad biológica, está controlada por su flujo de energía y de materiales. El flujo de energía se refiere a la transformación de energía potencial a energía cinética que ocurre cuando el agua fluye hacia abajo por el sistema cuenca, erosiona y/o transporta. Parte de la energía no es obtenida directamente del sol, sino que por causa directa del viento o la gravedad que se traduce en el movimiento de la materia por el sistema cuenca (Curry, 1981).

La cuenca es el estado final (Steady State) de una parte del desarrollo de la ecósfera. A modo general, puede decirse que desde el comienzo de la historia de la Tierra (hace 4.500 millones de años), los recursos terrestres se fueron ordenando de acuerdo con las fuerzas endógenas y exógenas de ella. De esta manera, se formó el relieve, producto de la combinación de agentes internos (como los movimientos tectónicos) y agentes externos (como la fuerza de gravedad, el clima y la acción del viento, entre otros) (Robinson, 1977).

Como mecanismo de control principal de la cuenca puede señalarse a la vegetación; la relación que tiene cualquier tipo de vegetación[9] (en la que se incluye al bosque) con el ciclo hidrológico, puede ser expresada, a grandes rasgos, mediante la ecuación de balance hídrico:

- La vegetación se relaciona con el ciclo hidrológico por medio de la intercepción, es decir, la fracción de la precipitación vertical que no llega al suelo, sino que queda almacenada en la vegetación; y se evapora desde allí nuevamente, la escorrentía, que es la cantidad de agua que escurre por la superficie del terreno; y la transpiración de las plantas, que es el agua que toman desde el suelo y transpiran hacia la atmósfera (Martínez y Navarro, 1995).

$$P = I_t + I + E_s + E_v$$

donde;

P: Precipitación total.
I_t: Intercepción.
I: Cantidad de agua que se infiltra en el suelo.
E_s: Escorrentía superficial.
E_v: Evapotranpiración.

- El equilibrio entre los materiales que son transportados ladera abajo (principalmente por causa de la gravedad, escorrentía y viento) hacia los cursos de agua y la capacidad de este último para eliminarlos, también es controlada en gran medida por la vegetación. Uno de los modelos que permiten establecer el nivel de pérdida de suelo según la cobertura vegetal existente, es la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo.

El estado final de la cuenca puede ser definida como la resultante de un direccionamiento (teleología dinámica) basado sobre el orden estructural de procesos que alcanza un estado de equilibrio (Steady State).

Así como se ha definido a la cuenca como unidad básica de organización natural, las unidades administrativas (sistemas) o espacios territoriales, organizados desde una perspectiva administrativa, de acuerdo con las categorías del ser del sistema (Gastó y Rodrigo, 1998), se enumeran a continuación:

Mundo
Macroregión o continente
Bloques regionales (MERCOSUR)
País
Región
Provincia
Comuna (Municipio)
Predio

A escala humana operan básicamente la comuna y el predio. La comuna es un supersistema compuesto por diversas unidades territoriales prediales, las cuales a su vez, son sistemas. La disposición espacial del bosque en el territorio puede realizarse en estas dos unidades administrativas; sin embargo, los propietarios de los predios son quienes finalmente realizan las acciones. Por lo tanto, mantener la estabilidad de la cuenca por medio de la protección del suelo y satisfacer las necesidades de la sociedad, requiere necesariamente de acciones locales específicas.

El Bosque como Elemento del Sistema Natural

En el ámbito global territorial, es decir, en la cuenca, el bosque puede considerarse un subsistema, cuya función es de control, específicamente, de control de los flujos de energía y materiales. El bosque disipa la entropía (la energía que no es ocupada) por medio de la evapotranspiración y mantiene la homeostasis frente a disturbios directos como son el viento y las fuerzas permanentes como la gravedad, que se traducen en un movimiento de la materia, principalmente del suelo. El bosque controla, de esta manera, la erosión hídrica por viento y por gravedad.

El suelo, como componente de la cuenca, es el que permite el desarrollo de los organismos terrestres tanto vegetales como animales, por lo que su mantenimiento en primera instancia es la variable clave para asegurar

[9] Los tipos de vegetación pueden ser por ejemplo: matorrales, dehesas, cultivos agrícolas, etcétera.

la sustentabilidad ecológica del territorio.

El bosque es un mecanismo de control homeostático porque, generalmente, es el último estado (estado de máxima estabilidad) del desarrollo del ecosistema en un territorio determinado. Al respecto, el estado clímax es homeostático y autorregulado porque las especies se han adaptado a los disturbios del ambiente, por medio de mecanismos de elasticidad y resilencia.

El Bosque como Elemento del Espacio Administrativo

Dentro del ámbito predial, la función del bosque es la producción de outputs beneficiosos para la sociedad, algunos de los cuales también pueden considerarse como acciones para alcanzar la meta global (estabilidad de la cuenca).

En general, las funciones del bosque a nivel global y local se resumen (FAO, 1992; Sanhueza, 1996) como:

- Beneficios socioeconómicos: ingreso, producción y consumo (madera y energía, productos forestales no madereros), morada de poblaciones rurales e indígenas, empleos, recreación, turismo, función escénica y paisajística y calidad de vida de las poblaciones locales.
- Conservación de la cobertura vegetal y de la diversidad biológica: conservación *in situ* de especies en peligro de extinción y conservación de recursos genéticos, protección de la vida silvestre, proporcionamiento de microclimas, refugios de fauna y vegetación.
- Conservación y manejo integral de los recursos de agua y suelo: regulación del ciclo hidrológico, protección y conservación de suelos, protección de sedimentación de ríos, detención de taludes, protección contra la erosión eólica, incremento de la tasa de infiltración del agua, mantención de la fertilidad del suelo.
- Ciencia y tecnología: tecnologías adecuadas para el manejo y la producción sostenible, utilización de tecnologías autóctonas, educación y transferencias de tecnologías, investigación.
- Intercambio gaseoso y fijación de carbono.
- Mantenimiento de la temperatura terrestre.

Según CADESA *et al*. (1992), los bosques pueden clasificarse en naturales, modificados y plantados. Cada uno de los tipos de bosque cumple una función determinada tanto a nivel predial como de cuenca:

Cuadro 1. Clasificación de los bosques según CADESA

1.	*Bosques naturales*	▪ Mantenimiento de las funciones ecológicas. ▪ Investigación científica y educación. ▪ Conservación de la diversidad. ▪ Mantenimiento de los recursos genéticos. ▪ Aprecio de la vida silvestre, esparcimiento y turismo. ▪ Mantenimiento de estilos de vida y las culturas de las poblaciones autóctonas y de otras comunidades que dependen de los bosques y han venido obteniendo tradicionalmente su alimento y otros productos distintos de la madera en estas zonas.
2.	*Bosques modificados*	▪ Tienen carácter de zona de amortiguación. ▪ Mantenimiento de servicios forestales. ▪ Producción de madera, incluida la leña, obtención de forrajes, alimentos, medicamentos, fibras distintas de las extraídas de la madera, pieles, aceites esenciales, gomas, ceras, resinas y otros. ▪ Contribución a la conservación de la biodiversidad y recursos genéticos. ▪ Investigación científica y educación. ▪ Esparcimiento y turismo.
3.	*Bosques plantados*	▪ Debe entenderse como un complemento de los bosques naturales y modificados y no como un sustituto. En este sentido, serán prioritarias las áreas degradadas las que deban detraerse de la agricultura. ▪ Permite concentrar la producción de madera en zonas cercanas a los mercados y a los corredores de transporte, reduciendo así los costes. ▪ Permiten moderar las presiones sobre los otros bosques.

Fuente: CADESA *et al.*, (1992)

El Bosque Valórico y de Significado

Por otra parte, para la sociedad, el bosque posee también una connotación simbólica, significativa y valórica, dependiendo de la cultura de los actores sociales que se relacionan con los bosques. Este enfoque del bosque no tiene cabida dentro de un contexto de sistemas. Por ejemplo, el relato conocido como *Chillkalawal* (signos o letras en el alerce) del anciano mapuche Ignacio Quintunawell muestra el significado simbólico de los alerces para los mapuches:

> *Los libros de los viejos eran los árboles. Allí ellos aprenden a leer lo que iba a pasar. Los hombres de antes, después de bañarse en el estero con la*

luz del wunyelfe (lucero de la mañana), observaban las cortezas. Cuando el árbol traía de la noche unas rajaduras largas, de arriba abajo, eso era kume chillka, buena señal.

Indicaban que los que nos manejaban a nosotros estaban de acuerdo con lo que el hombre iba a hacer (planeaba) ese día. Y cuando veían que el tronco amanecía con unos cortes chicos atravesados, con unos tajitos, eso era wellka, mala señal. Entonces, al ver esto, no salían ni de su casa, porque si le contravenían al árbol, lo iban a pasar muy mal. Es que a los árboles "los de arriba" los usan como pasadizo para bajar y traernos noticias de lo que no se ve. Antes había gente especial que conocía esos secretos, por eso es que nosotros, los pocos mapuches viejos que vamos quedando, nunca antes necesitamos libros de escritura, porque todas las letras ya estaban hechas desde el principio de los mundos (Mora, 1999).

Pareciera ser que aún cuando cada persona o conjunto de personas de una sociedad posee una apreciación particular del bosque, existe un aspecto que es común para todas, independiente de la cultura en que se encuentren. Este aspecto peculiar se conoce como biofilia y tiene relación con la necesidad del ser humano de tener algún tipo de contacto con los espacios del ambiente natural. Según Wilson, citado por Gastó y Rodrigo (1996), la biofilia es la tendencia innata a sentirnos atraídos por la vida y por los procesos naturales.

Se piensa que el origen de la biofilia se encuentra vinculado con el genoma humano, el cual se organizó a partir de las presiones selectivas del espacio y tiempo naturales; en este contexto, es posible que la biofilia sea un emergente de la necesidad humana de recuperar parte del espacio y el tiempo evolutivo de la especie (D'Angelo, 1998).

Diseño Espacial del Bosque en las Unidades Administrativas

El modelo utilizado para el diseño es el elaborado por Forman y Godron (1984), quienes identifican tres unidades subsistémicas diferentes que, en integración espacial, conforman el territorio. En este sentido, "el territorio está compuesto solamente por parches, corredores y matriz de fondo y estas unidades son a su vez ecosistemas locales" (Forman, 1995). El bosque, puede entonces ser dispuesto espacialmente sobre las unidades administrativas como matriz, parche y corredor.

Unidades de Diseño

Corredor

Es una franja de un tipo particular que difiere desde la tierra adyacente en ambos lados (los corredores tienen importantes funciones, incluyendo conducción, barreras y hábitats).

Los tipos de corredores existentes son:

- *Línea:* son estrechas bandas esencialmente dominadas por especies de borde como por ejemplo: senderos, carreteras, setos vivos, canales y zanjas.
- *Fajas:* son anchas bandas que contienen principalmente especies de interior (son menos frecuentes que el corredor en línea).
- *Corredores riparios:* es la banda de vegetación a través de un río. Sus funciones de control del agua y del flujo de los minerales son conocidas, así también como la inhibición de la erosión y el escurrimiento de los nutrientes.

Parche

Es un área no lineal relativamente homogénea que difiere de las que lo rodean (la microheterogeneidad interna presente es repetida en forma similar en toda el área del parche).

Matriz

Es el elemento más extensivo y más conectado del paisaje, porque posee flujos de energía, materiales y especies. La primera diferencia entre una matriz y un parche es su proporción y configuración relativa. La matriz es mucho más grande en área total y generalmente tiene lindes cóncavos circundando a otros elementos del paisaje. Es el ecosistema de fondo o el tipo de uso de suelo en el territorio, caracterizado por una extensa cobertura, alta conectividad y/o mayor control sobre la dinámica.

Referente a las unidades, existen cuatro factores que son indispensables en la planificación, porque no se conocen sustitutos para los beneficios que aportan:

- Mantener parches grandes de vegetación natural.
- Mantener corredores anchos de vegetación natural a lo largo de los principales cursos de agua.
- Desarrollar una conectividad para el movimiento de especies claves entre los parches grandes de vegetación natural. Los corredores verdes y los stepping stones son considerados los mejores mecanismos para el logro de este objetivo.
- Trozos heterogéneos de naturaleza en las áreas desarrolladas por el ser humano que no sean naturales: proporciona conectividad para el movimiento de la mayoría de las especies sobre todas las porciones del paisaje y también interrumpe áreas extensivas de la matriz susceptibles a erosión por viento, aumento de la temperatura y otros.

EL BOSQUE COMO UNIDAD DE DISEÑO

La ubicación espacial del bosque dentro de una unidad administrativa dependerá de la matriz de tal unidad.

De esta manera se tiene que si la mayor parte de la superficie de unidad administrativa es de uso forestal o pretende serlo en el futuro, se tendrá un bosque matriz que puede ser natural y/o artificial.

De esta forma, el bosque como matriz se clasifica, según su uso, en bosque de producción, patrimonial, o recreativo, dependiendo del tipo de bienes y servicios que se obtengan de él.

Dentro de la matriz boscosa pueden quedar parches o corredores también boscosos que si bien son también bosque, difieren de su matriz por la función que cumplen. Por ejemplo, en una matriz de bosque de producción se pueden diseñar parches de bosque de protección (Cuadro 3).

Si la matriz de la unidad administrativa no es o no será de uso forestal, el bosque que se inserte en la unidad para efectos de diseño podrá ser, por descarte, sólo bosque parche o corredor.

Los parches y corredores se clasifican en cuatro categorías de uso, como muestra el Cuadro 2, en producción, prácticas de conservación, recreación y conexión.

Para cada categoría se asigna un criterio de ubicación espacial, recogido de experiencias de terreno como de revisión bibliográfica:

BOSQUE MATRIZ

Cuando la mayor parte de la superficie del predio está ocupada por bosque.

BOSQUE MATRIZ PRODUCTIVA

El bosque productivo (productos madereros y no madereros). Su ubicación puede estar en cualquier parte del predio exceptuando las zonas de protección. Dentro de esta matriz boscosa pueden planearse parches y corredores de prácticas de conservación, patrimoniales y de recreación y de conexión de la misma o de diferente composición vegetacional.

Recomendaciones y experiencias prácticas

En el caso del bosque como matriz productiva, es importante señalar algunas recomendaciones acerca de la extracción de paños boscosos que generan parches sin vegetación dentro de la matriz boscosa.

- Un clareo forestal que tenga un diámetro de entre 6 y 10 veces la altura de los árboles extraídos tendrá un poco menos de variación microclimática que un área abierta (Reifsnyder y Lull, citados por Forman, 1995).
- En una corta que es seguida por una reproducción natural por semillas son importantes el tamaño máximo y el mínimo del parche: las cortas demasiado pequeñas empobrecen la reproducción debido a la competencia de los árboles vecinos. Un área grande tiene problemas de regeneración en el centro, debido a que éste es el lugar que posee menor cantidad de árboles adyacentes que le provean de semillas; además, la dispersión por animales y viento es baja; y, por último, posee un microclima variable para el crecimiento de las semillas. Por ejemplo, en el sur de Appalachian Mountains, la producción, las condiciones microclimáticas y la población de artrópodos, son altamente sensibles a cortas de 0,016 y 2,00 ha (Phillips y Shure, citados por Forman, 1995).
- En el caso de las explotaciones forestales, estudios han mostrado que las pérdidas por erosión desde cuencas manejadas para propósitos forestales pueden ser prevenidas siguiendo ciertas recomendaciones. Éstas incluyen: 1) planificación cuidadosa de los caminos; 2) instalación de un número suficiente de acueductos del tamaño adecuado; 3) evitar la alteración directa de las quebradas con equipo pesado; 4) mantener una franja amortiguadora de árboles no cortados a lo largo de los cursos de agua; 5) uso de técnicas de arrastre que minimicen la alteración física del suelo, como cables; 6) estimular un recrecimiento vigoroso de la vegetación para restablecer el control biológico sobre la erosión; y 7) decisión de no cortar los sitios hipersensitivos (Freeman, citado por Oyarzún, 1993).
- La planificación del madereo para proteger especies de interés de conservación, alrededor de ciertos tipos de hábitat, especialmente humedales, corredores de ríos y también regímenes de disturbios. El madereo puede ser planificado de forma coordinada con los niveles poblacionales de especies claves móviles de la vida silvestre (Forman, 1995).
- Se reconocen cuatro actividades forestales básicas que provocan disturbios: sistemas silviculturales, sistemas de transporte, sistemas de madereo y, manejo de la gasolina (Payne y Bryant, 1994).
- Las talas rasas no necesariamente imitan a los disturbios naturales que son aceptados por la vida silvestre. Las cortas dejan grandes parches sin vegetación, aumentan la velocidad del viento, el cual puede condensar el vapor de agua rápidamente liberando el calor, causando erosión, daños a los cursos de agua e incrementando la carga de sedimentos (Brooks citado, por Payne y Bryant, 1994).
- Un corredor de al menos 6 m de ancho podría ser dejado cada 137 m de largo de corta; ó 0,1 - 0,2 ha de parche podrían quedar remanentes por cada 2 - 4 ha de corta (Williamson, citado por Payne y Bryant, 1994). Dos zonas de corta pueden ser sepa-

radas por un corredor buffer que tenga como ancho mínimo el promedio de los anchos de las zonas de corta. Si la corta excede las 16 ha, se podría planificar rodales parche de al menos 0,2 ha (Minnesota Department of Natural Resourses, citado por Payne y Bryant, 1994).

Cuadro 2. Criterios de ubicación espacial de parches y corredores en una matriz no boscosa

Matriz no boscosa			
Categoría	**Parche**	**Corredor**	**Criterio ubicación espacial**
Producción	Prácticas silvoagrícolas, silvopastorales, agrosilvopastorales.	Prácticas silvoagrícolas, silvopastorales, agrosilvopastorales	Clasificación de suelos según aptitud de uso (preferentemente VII, VI, V y IV)
Prácticas de conservación		Cortinas cortavientos para control de erosión eólica	En línea por las cotas superiores (partes altas de laderas)
	Reservorio de nutrientes	Reservorio de nutrientes	Zona de intersección bosque-cultivo agrícola
	Hábitat de especies	Hábitat de especies	Sitios con poco flujo de personas y poca tecnoestructura (caminos, carreteras, vertederos, etc.)
	Control de la erosión hídrica		En toda la ladera
		Control de la erosión hídrica	Sobre curvas de nivel
		Riparios	Ambos lados de cauces
Recreación	Espacio recreacional preferentemente para estar	Espacio recreacional preferentemente para deambular	Preferentemente en zonas de alta calidad visual, cerca y a lo largo de caminos
Conexión (para conectar o desconectar)	Amortiguamiento	Amortiguamiento	Rodeando matriz patrimonial de recreación. Rodeando parche de conservación de biocenosis
	Corta fuego	Corta fuego	Laderas en que el viento asciende
		Seto vivo	Por los lindes del predio, contornos de parche agrícolas
	Barrera fitosanitaria		Rodeando elementos emisores o elementos a proteger
	Interrupción a flujos de olores, sonidos visual u otros	Interrupción a flujos de olores, sonidos, visual u otros	Donde sea pertinente

Fuente: El Autor.

Cuadro 3. Criterios de ubicación espacial de parches y corredores en una matriz boscosa

Matriz boscosa			
Matriz	**Parche**	**Corredor**	**Criterio ubicación espacial**
Producción	Prácticas de conservación	Prácticas de conservación	Idem Cuadro 2
	Patrimonial y recreacional	Patrimonial y recreacional	Idem Cuadro 2
	Conexión	Conexión	Idem Cuadro 2
Patrimonial y de recreación	Producción	Producción	Idem Cuadro 2
	Prácticas de conservación	Prácticas de conservación	Idem Cuadro 2
	Conexión	Conexión	Idem Cuadro 2

Fuente: El Autor.

BOSQUE MATRIZ PATRIMONIAL Y RECREATIVO

El bosque patrimonial y recreativo como matriz ocupan la mayor parte de la superficie de un predio. Puede afirmarse que esta categoría generalmente está representada por parques y áreas silvestres protegidas.

Como bosque patrimonial y de recreación se entiende a aquél que[10]:

- Conserva, preserva, protege y permite la investigación del patrimonio natural.
- Permite la recreación, ecoturismo y educación ambiental.
- Preserva los valores histórico-culturales.

La ubicación de la matriz patrimonial recreativa puede estar en cualquier parte del predio. Dentro de esta matriz boscosa pueden planearse parches y corredores productivos, de prácticas de conservación y de conexión de la misma, o de diferente composición vegetacional.

El bosque patrimonial se puede caracterizar en el terreno por medio de la delimitación de zonas con usos específicos.

Dentro de zonas que permiten la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio

[10] Adaptación de Oltremari y Thelen, 1999.

natural se pueden determinar tres subzonas: 1) zona intangible: corresponde a los sectores menos alterados, que incluyen ambientes frágiles, únicos, representativos de la biodiversidad regional, en buen estado de conservación; 2) zona primitiva: se utiliza para aquellos sectores en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido poca alteración humana. Esta zona puede contener porciones únicas o elementos representativos de un ecosistema; 3) zona de recuperación: esta zona es transitoria en el tiempo y se utiliza en aquellos sectores del área donde la vegetación natural, la fauna nativa o los suelos han sido alterados, o bien donde existen concentraciones importantes de especies de flora o fauna exóticas que requieren ser reemplazadas por elementos naturales (Oltremari y Thelen, 1999).

Dentro de las zonas que permiten la recreación, ecoturismo y educación ambiental se pueden identificar dos subzonas: 1) zona de uso extensivo: se utiliza para sectores con baja alteración de los recursos naturales, representativos del área que ameritan una protección compatible con el uso moderado y extensivo, evitando concentraciones del uso en superficies pequeñas; 2) zonas de uso intensivo: destinada a concentrar el uso público. Usualmente son terrenos que ya presentan un cierto grado de alteración, pero que no obstante resultan atractivos por su calidad escénica (Oltremari y Thelen, 1999).

La zona que permite la preservación de los valores histórico–culturales no posee subdivisiones. Se ubica donde existan rasgos o evidencias históricas, arqueológicas, paleontológicas, u otras manifestaciones culturales que necesiten ser preservadas, restauradas e interpretadas.

EL BOSQUE PARCHE Y CORREDOR

PARCHE PRODUCTIVO

Para terrenos de dedicación agropecuaria, un criterio conocido de ubicación de parches de producción forestal es aquel que clasifica a los suelos de acuerdo con su capacidad de uso. Según Honorato (1994), las clases de uso forestal son:

- Clase IV: presentan severas limitaciones de uso y restringen la elección de cultivos. Las limitaciones más usuales son: suelos muy delgados, topografía moderadamente ondulada y disectada, baja capacidad de retención de agua y drenaje muy pobre.
- Clase V: están limitados en su uso y generalmente no son adecuados para los cultivos. Tienen poco o escaso riesgo de erosión, pero tienen otras limitantes difíciles de resolver. Las limitaciones más corrientes son: inundaciones frecuentes en tierras bajas, suelos casi planos con limitaciones climáticas que impiden la producción normal de cultivos, suelos planos o casi planos pedregosos y, suelos mal drenados o donde el drenaje no es factible.
- Clase VI: corresponden a suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado para pastos y cultivos forestales. Presentan limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, tales como: pendientes muy pronunciadas susceptibles a severa erosión, efectos de erosión antigua, pedregosidad abundante, zona radical poco profunda, excesiva humedad, baja retención de humedad, alto contenido de sales.
- Clase VII: limitaciones muy severas para cultivos. Su uso fundamental es forestal y pastos residentes.

Los parches forestales podrían ubicarse, además, en suelos de aptitud I, II y III, por ejemplo al realizar prácticas silvoagrícolas, silvopastorales y/o agrosilvopastorales y dependiendo de la factibilidad económica de los proyectos forestales.

Para matriz de bosque patrimonial y recreacional, la ubicación de parches extractivos debe estar alejada o separada mediante zonas de amortiguación, de las zonas de uso intangible o extensivo y de parches de conservación de las especies, por tratarse de zonas vulnerables.

Recomendaciones y experiencias prácticas

- Debido a la poca competencia por luz y área radicular, estos árboles, de borde generalmente, exhiben un gran diámetro y una alta densidad en comparación con los árboles del bosque que se encuentran en el interior del parche. Debido a estos problemas de calidad, los árboles de interior son los que interesan para la producción (Forman, 1995).
- En los sistemas silviagrícolas se recomiendan densidades de 200 árboles/ha en latifoliadas y 250 árboles/ha en coníferas.

PARCHE Y CORREDOR DE CONEXIÓN

Un espacio es completamente conectado si no está dividido en dos enteros. Los flujos pueden ser vectores o fuerzas.

Los vectores de los movimientos o flujos de energía, nutrientes y especies, que se mueven de una unidad a otra corresponden a cinco mecanismos (vectores) de transporte:

- Viento (transporta energía calórica, agua, polvo, aerosoles, polución, nieve, sonidos, semillas, esporas, insectos y arácnidos pequeños).
- Agua subterránea y superficial (transporta nutrientes, semillas, insectos, fertilizantes, sustancias tóxicas, sustancias de alcantarillas).
- Pájaros.
- Animales.
- Personas.

Estos parches se utilizan para conectar, encerrar, o separar los flujos de elementos del diseño descritos

anteriormente y también ciertos elementos artificiales o naturales presentes en el territorio. Los flujos corresponden a disturbios (fuego), viento (sonidos, olores, partículas), vectores de enfermedades y plagas (barreras fitosanitarias), flujo visual y movimiento de especies.

Los parches aislan a los cultivos y a las casas de las heladas (INFOR, 1997).

La conexión se relaciona con la teoría de la membrana celular, la cual indica que un historial de flujos abundantes produce una membrana heterogénea. Los flujos presentes, por lo tanto, responden a la textura de la membrana. Este principio sugiere la hipótesis que una zona de intersección anatómicamente diversa es más permeable a más objetos y que disturbios dentro de ella afectarán fuertemente su permeabilidad (Forman, 1995).

La permeabilidad se relaciona, entre otros, principalmente con la densidad poblacional, la estructura vertical de la vegetación y cuán abrupta sea la zona de intersección (Buechner, citado por Forman, 1995).

PARCHE Y CORREDOR DE CONSERVACIÓN

Son un caso especial de los parches y corredores de conexión.

El parche de conservación tiene por objetivo la protección de especies de interior y de borde, la reserva de nutrientes en sus bordes y, el control de la erosión hídrica y eólica.

Su ubicación en el territorio obedece principalmente a un estudio de la faunación y de la magnitud y dirección del viento del territorio a diseñar.

Con respecto al diseño de parches para la protección de las especies y el ambiente que las sostiene, en la bibliografía revisada, no se encontró una metodología que precise con exactitud cómo determinar la ubicación, el tamaño y la forma que debe poseer el parche; sin embargo, los estudios han determinado ciertas consideraciones claves. Éstas son (Forman, 1995):

El tamaño del hábitat para mamíferos en hectáreas puede estimarse por el peso W en gramos (Harris, citado por Payne y Bryant, 1994):

$$\textit{Hábitat herbívoros} = 0{,}002\ W^{1{,}02}$$
$$\textit{Hábitat carnívoros} = 0{,}022\ W^{1{,}30}$$
$$\textit{Hábitat omnívoros} = 0{,}59\ W^{0{,}92}$$

La ecuación de los cuadrados mínimos que describe la curva de área–especies para mamíferos es (Harris, citado por Payne y Bryant, 1994):

$$S = 16{,}3 \times A^{0{,}16}$$

donde:

S: número de especies
A: área (ha)

(El exponente 0,16 es similar al límite inferior calculado para islas continentales por MacArthur y Wilson (1967). Así, el exponente 0,16 implica que para doblar el número de especies, el área debe incrementarse 76 veces). Aproximadamente el 50% del número de especies se pierde cuando el 90% del hábitat desaparece (MacArthur y Wilson, citados por Payne y Bryant, 1994).

Parches grandes de vegetación nativa son importantes para:

- Protección de la calidad de acuíferos y lagos.
- Conectividad de una cuenca de bajo orden para peces y movimientos terrestres.
- Hábitat para sostener poblaciones de interior.
- Hábitat para especies large-home-range. (que necesitan grandes áreas del hábitat inicial para sobrevivir).
- Fuentes de dispersión de especies a través de la matriz.
- El régimen de disturbios naturales.
- Microhábitat para especies multihábitat.
- Regímenes naturales de disturbios: muchas especies requieren de las áreas producidas por disturbios.
- Buffer para la extinción durante cambios medioambientales.

Parches pequeños:

- Hábitat y puntos de paso (stepping stones) para la dispersión de especies y para la recolonización después de una extinción local de especies de interior.
- Alta densidad de especies y gran tamaño poblacional de especies de borde.
- Hábitat para especies que requieren tamaños de parche pequeños (se conocen algunos casos especiales de especies que no pueden sobrevivir en parches pequeños).
- Protección de hábitats pequeños esparcidos y especies raras.

Un notable desarrollo en la designación y en la gestión de reservas, ha sido la elaboración de un conjunto de hipótesis sobre el tamaño y la forma de las reservas con su origen en el estudio de la inmigración y extinción en las islas, de MacArthur y Wilson en 1967. Los biólogos han notado que muchas reservas de la naturaleza son "islas" en un mar de terrenos más intensamente manipulados y así articulan algunos principios de biogeografía de islas, comprendiendo relaciones matemáticas entre la diversidad taxonómica, el tamaño de la "isla" y su forma (Terborgh, citado por Simmons, 1982).

Con respecto a los corredores, se tiene que:

- Los corredores naturales a lo largo de caminos pueden ser especialmente importantes para la protección y el movimiento de las especies.

- Cuando existe una alta mortalidad en lo bordes del corredor se requieren corredores anchos. Corredores demasiado anchos confunden a los animales. Los corredores pueden ser rectos para evitar que los animales se queden en los bordes y no se confundan (Payne y Bryant, 1994).

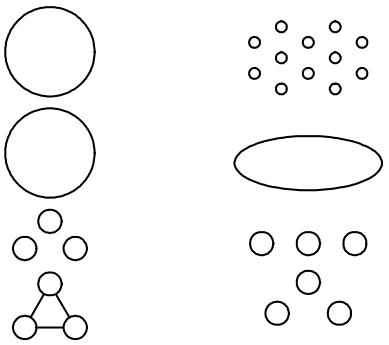

Figura 2. Tipos geométricos de diseño basados en hipótesis comunes derivadas del estudio de los granjeros isleños. Las figuras del lado izquierdo y derecho tienen la misma área total y representan reservas en un marco homogéneo, pero la configuración de la derecha lleva a una mayor extinción que la izquierda (Simmons, 1982)

Para calcular el tamaño de los parches de amortiguamiento (buffer) para pantanos, se deben seguir los siguientes pasos (Brown *et al.*, citados por Payne y Bryant, 1994): 1) Identificar la calidad del hábitat en **alta** si el área está en relativo estado natural; **media** si el área ha sido intervenida para hacer agricultura o prácticas silvícolas, pero no existen estructuras permanentes como edificaciones y caminos; y **baja** si en el área se han levantado edificios, caminos y otras estructuras permanentes; y 2) seleccionar el tipo de hábitat (Cuadro 4):

Cuadro 4. Ancho de buffer para humedales

Hábitat	Calidad	Ancho de buffer
Pantanos, ciénagas de agua dulce y salada	Alta	98 m
	Media	98 m y enriquecimiento con vegetación dentro del hábitat
	Baja	> 98 m

Fuente: Payne y Bryant (1994)

Con respecto a la erosión eólica, los corredores se ocupan como cortina cortaviento para cambiar la velocidad del viento y las turbulencias.

Un suelo que es despojado de su cubierta vegetal, puede ser afectado por erosión eólica en la medida que se deje finamente pulverizado con una labranza excesiva y mientras más alto sea el contenido de arena. Si a esto se unen las condiciones de bajo contenido de humedad y ocurrencia de vientos de cierta intensidad y turbulencia, se habrán dado todos los factores que influyen en el fenómeno (Peña, 1995).

La vegetación es extraordinariamente eficaz en reducir la velocidad del viento cerca de la superficie del suelo, aparte de su efectividad para retener partículas. Aun cuando la vegetación en pie es más efectiva, la presencia de residuos en la superficie ejerce también un buen control de este tipo de erosión (Peña, 1995).

La incorporación de los bosques nativos o exóticos como cortinas cortavientos, sobre todo en las zonas cercanas al mar, es una eficaz alternativa para el control de este tipo de erosión por la protección que da un cortaviento (Figura 3). Un bosque tiene un alcance de 20 veces la altura de la barrera (Peña, 1995).

Para el control de dunas litorales también un corredor boscoso es recomendable.

Las dunas litorales son depósitos arenosos de origen geológico, sin aprovechamiento agrícola. Se denominan litorales si están en contacto con una playa y continentales si no lo están. El oleaje que provoca el viento arrastra grandes cantidades de arena, que las altas mareas terminan dejando sobre playas. Al secarse este material, queda a merced del viento que lo transporta hacia el interior. Al encontrar cualquier obstáculo, las partículas de arena se acumulan formando promontorios o dunas. El constante abastecimiento de arena desde el mar, termina por desarrollar sucesivos cordones paralelos de dunas, separados por depresiones. Las dunas litorales pueden avanzar unos 5 ó 10 m por año y adquirir alturas de hasta 100 m, lo que se ve favorecido por la construcción de las cubiertas vegetales que favorecían estos terrenos (Peña, 1995).

- Como reservorio de nutrientes

  Las partículas como la arena, la sal, nieve, semillas e incluso arañas, generalmente se acumulan en los bordes debido a la repentina disminución en la velocidad del viento cuando llega a este lugar. En paisajes agrícolas, numerosos estudios muestran elevados niveles de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en los bordes del bosque. El ejemplo más característico en Europa es la presencia de *Sambucus sp.* En el estrato arbóreo y *Urtica dioica* y *Galium apparine* en el estrato herbáceo como indicadores de nitrógeno y fósforo (Forman, 1995).

- Corredores riparios

  Se recomiendan corredores riparios de al menos 100 m de ancho a cada lado de un río (Atlantic Waterfowl Council, citado por Payne y Bryant, 1994) en lo que respecta a la conservación de la vida silvestre. Para laderas entre 10 y 30 grados de pendiente se debe agregar 1 metro al ancho del corredor por cada grado adicional de pendiente. Para pendientes mayores a 30 grados el corredor debería comenzar aproximadamente 5 metros después del primer quiebre de la ladera (Franklin *et al.*, citados por Payne y Bryant, 1994).

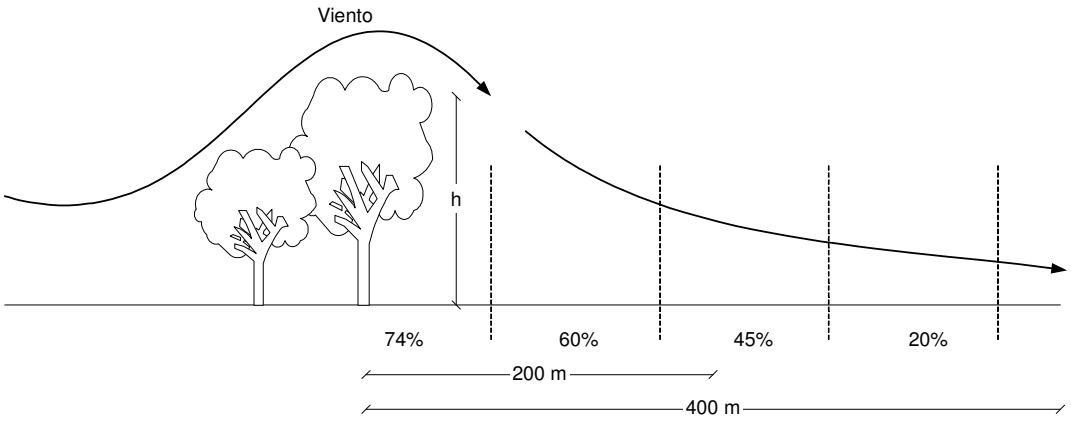

Figura 3. Porcentajes de disminución de la velocidad del viento en la zona que protege la cortina (Peña, 1995)

PARCHE Y CORREDOR DE RECREACIÓN

Los corredores de recreación (greenways) son corredores verdes que tienen un énfasis recreacional. Sus objetivos ecológicos son particularmente importantes cerca de zonas urbanas (Forman, 1995).

Estos bosques pueden ubicarse a los costados de caminos y senderos para automóviles o personas.

Con respecto a los parches, los grados de libertad para ser situados en el territorio son amplios: pueden situarse preferentemente en zonas que privilegien la calidad estética, alejadas de zonas de ruido, cercanas a cursos de agua, etcétera.

DIMENSIÓN ESTÉTICA

Los principales aspectos que deben considerarse para asegurar un diseño estético del bosque son (D'Angelo, 1998; Forestry Comission, 1989; Forestry Commission, 1994):

- Diversidad: privilegiar la diversidad de texturas. En monocultivos de producción dejar parches de otro tipo de vegetación.
- Encierre: se puede ocupar bosque rodeando al observador para enmascarar elementos o actividades.
- Ensamble: privilegiar que los bordes de parches y corredores se ensamblen entre sí y no se dividan mediante una línea recta.
- Balance: evitar paisajes como los dejados al cosechar solamente la mitad inferior de una ladera y dejar la otra mitad en pie. En este caso es la corta la que debe ser balanceada con respecto a los árboles que quedan en pie.

Recomendaciones

Visualmente, una buena proporción es cuando 1/3 del paisaje que el observador mira es cosechado y el resto del bosque queda a la vista.

Privilegiar asimetría en la forma y tamaño de los parches y corredores.

En los bordes: disminuir la densidad de árboles, evitar bordes rectos, o con tramos rectos, disminuir la altura de los árboles privilegiando arbustos.

PRINCIPIOS GENERALES

Al partir de los conceptos relacionados con la Teoría General de Sistemas (sistemas naturales y antrópicos) y con conceptos de diseño, se determinaron los siguientes principios generales del diseño de las unidades administrativas:

- *Principio de la estabilidad:* la permanencia del suelo es la primera acción para conservar la estabilidad de la cuenca y por ende permitir la viabilidad (sostenibilidad) de la unidad administrativa.
- *Principio de la localidad:* la consulta a los actores sociales sobre los propósitos u objetivos respecto de su predio es fundamental en la propuesta de diseño.
- *Principio de la conectividad:* el bosque debe permitir los flujos integradores (que producen externalidades positivas al resto de los elementos del territorio) e interrumpir los flujos desintegradores (que producen externalidades negativas al resto de los elementos del territorio) para lograr así sinergia.
- *Principio de la integración:* el bosque debe conjugar las actividades relacionadas con la producción (madereras y no madereras) con el resto de las actividades del predio.
- *Principio de la estética:* el diseño debe ser estético.

La metodología propuesta considera que, en primera instancia, se debe asegurar la permanencia del recurso suelo, debido a que las acciones que no contemplan su conservación, sumada a la acción erosiva del viento y las precipitaciones y la fuerza de gravedad, producen

una pérdida de estructura y desorganización del sistema con la consecuente pérdida de su estabilidad.

Por recursividad se tiene que si el supersistema cuenca presenta disfuncionalidades, entonces las unidades prediales también las presentarán, o viceversa. Es importante comprender el concepto de recursividad predio–cuenca porque esto obliga a pensar en una planificación territorial en las cuales las unidades administrativas territoriales sean las gestionadoras de las metas globales de la planificación (pensar global y actuar local). En este caso, la meta global es lograr mantener la estabilidad de la cuenca por medio de la conservación del suelo, que es el elemento de soporte de las actividades agropecuarias, por medio del bosque, que es un elemento natural de control por medio del cual la cuenca mantiene su estabilidad ante los disturbios que permanentemente cambiarían la estructura y organización del suelo.

DESCRIPCIÓN DEL TERRITORIO Y DISEÑO

La incorporación del bosque en la ordenación territorial consta de dos partes: descripción de la unidad administrativa y, diseño.

La etapa de descripción de la unidad administrativa (Figura 4) propone la utilización de los conceptos de estructura y flujos (organización). La estructura está representada básicamente por las cuatro unidades de descripción territorial: tecnoestructura (UNTE), biogeoestructura (UNBI), hidroestructura (UNHI) y unidades espaciales (UNES), desarrolladas por Gastó *et al.* (1993). Los flujos son: viento (incendios, olores, partículas, etc.), animales y personas, organismos, agua y visual.

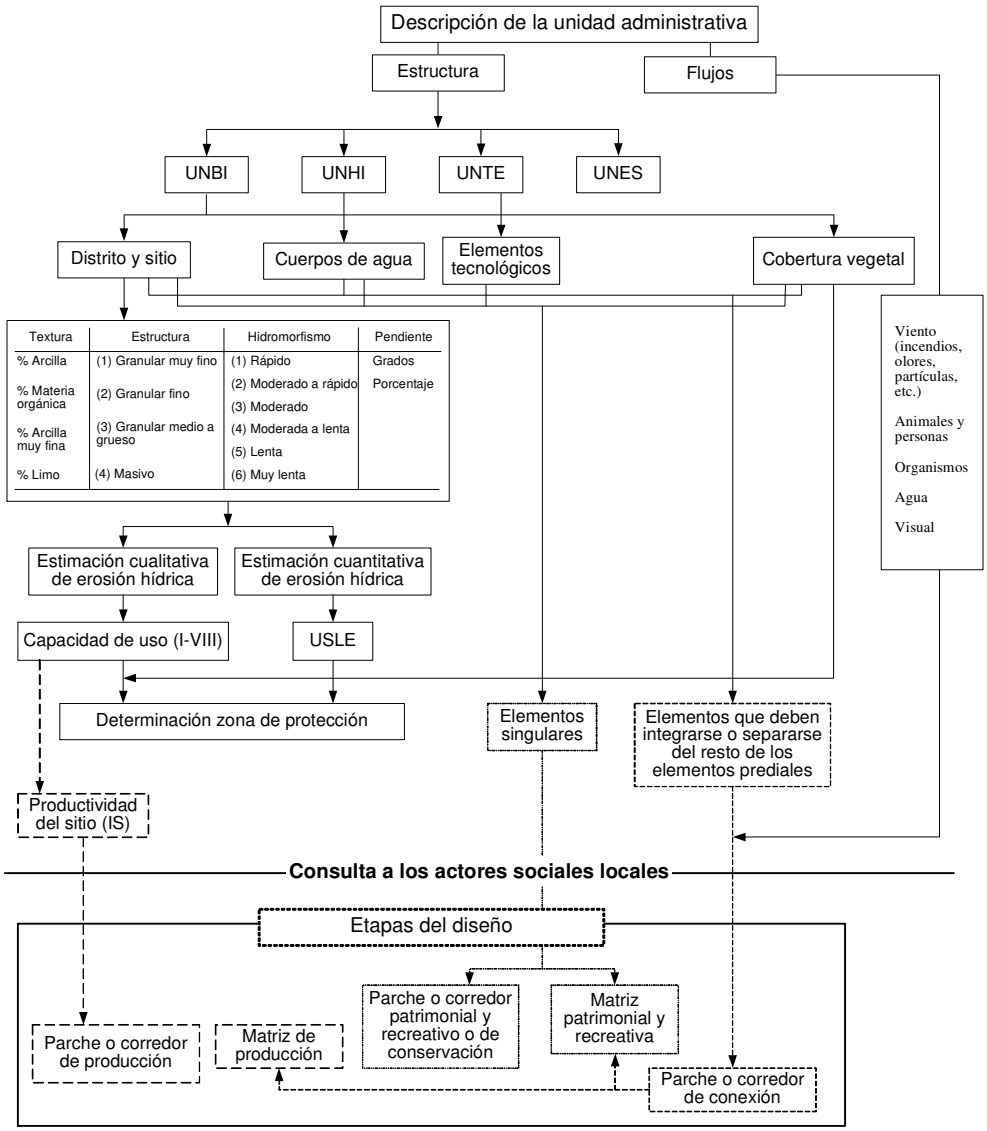

Figura 4. Secuencia metodológica para la incorporación del bosque en la ordenación territorial (Pérez, 2000)

Los flujos proveen información acerca de qué elementos estructurales deben conectarse o desconectarse; por ejemplo, elementos emisores de olores pueden ser separados del resto de los elementos por medio de una cortina forestal.

La descripción de distrito y sitio permiten la estimación de la erosión (cualitativa o cuantitativa). Al respecto, la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) proporciona información de todos los parámetros relevantes a ser considerados en la estimación de la erosión hídrica, es decir, la erosión que es causada por la lluvia. Por otra parte, la asignación de capacidad de uso del territorio también es reflejo de la propensión del suelo a la erosión hídrica.

Con la descripción de los flujos y de la estructura del territorio es posible determinar zonas de protección frente a la erosión, zonas productivas, zonas con elementos singulares y, de elementos que deben integrarse o separarse del resto de los elementos prediales.

Esta información debe ser presentada a los actores sociales del territorio, de manera de obtener de ellos sus objetivos o metas respecto del territorio para orientar la propuesta de diseño, que corresponde a la segunda etapa de la metodología.

El diseño (Figura 5) se refiere a la incorporación del bosque en el territorio como parche matriz o corredor (cuadros 2 y 3).

En primer lugar y para cumplir con el principio de la estabilidad, el bosque es un elemento de control de la pérdida del suelo, por lo que puede proponerse en las zonas propensas a este problema, basándose en la descripción del territorio.

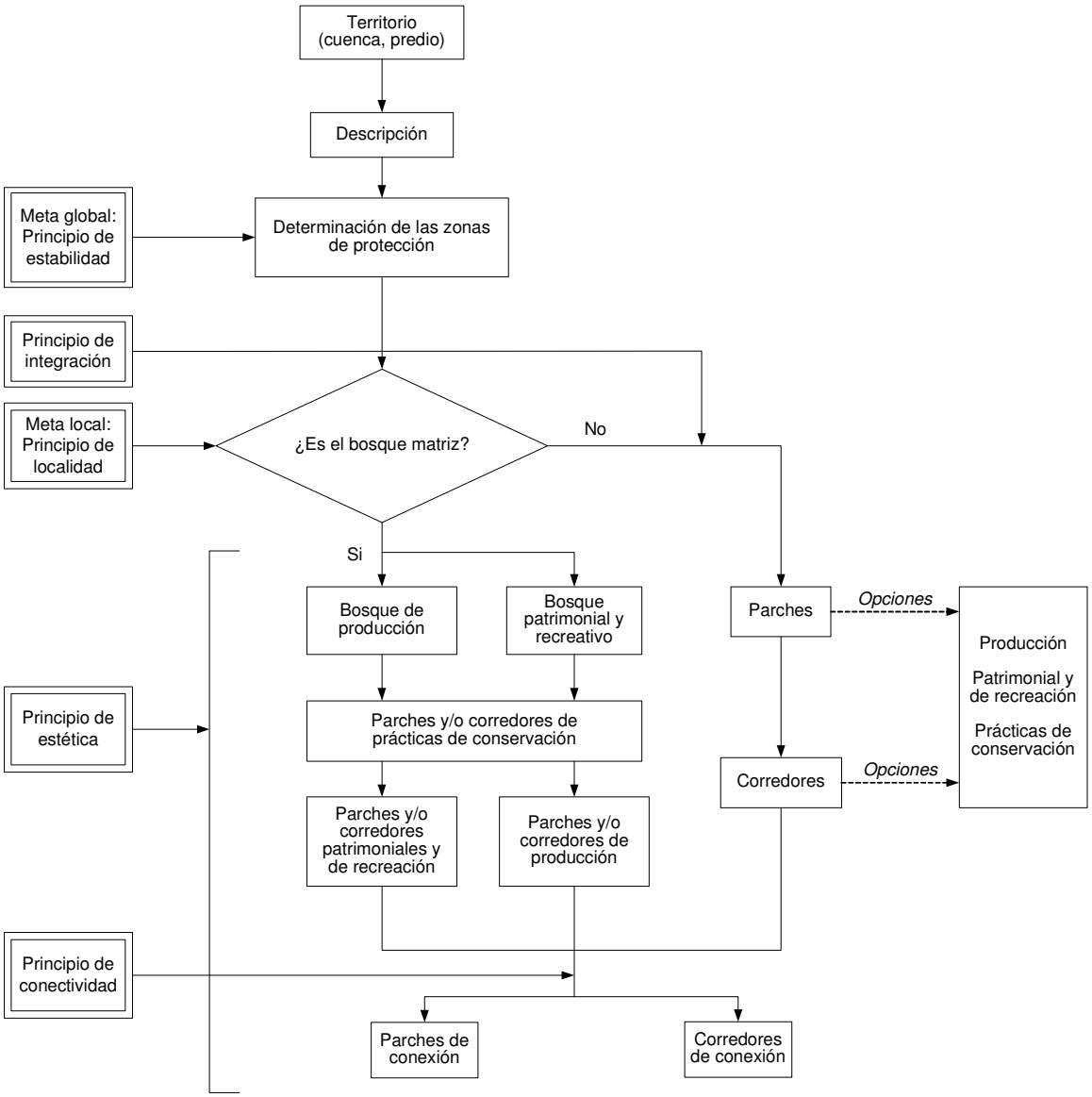

Figura 5. Diagrama general de las etapas del diseño para incorporar el bosque en el subsistema predial (etapas en orden temporal) (Pérez, 2000)

Los actores sociales deciden la finalidad del territorio y por la tanto, la importancia relativa y el uso que finalmente se le otorgará al bosque en el territorio. De esta forma, el bosque puede ser o no matriz, dependiendo del uso que los actores sociales deseen para el territorio (principio de la localidad).

Además de basarse en sistemas, es decir, ser funcional, la propuesta debe ser estética (principio de la estética), o sea, contribuir a la obtención de una alta calidad visual.

EJEMPLOS

Puede mencionarse el caso de la comuna de Santo Domingo, cuyas zonas prioritarias de protección se estimaron mediante la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), obteniéndose un mapa que refleja las zonas más propensas a la erosión hídrica (Figura 6). Para estas zonas prioritarias de conservación pueden proponerse acciones a nivel local para el control de la erosión como por ejemplo cortinas cortavientos (Figura 7) dentro de un plan completo de protección.

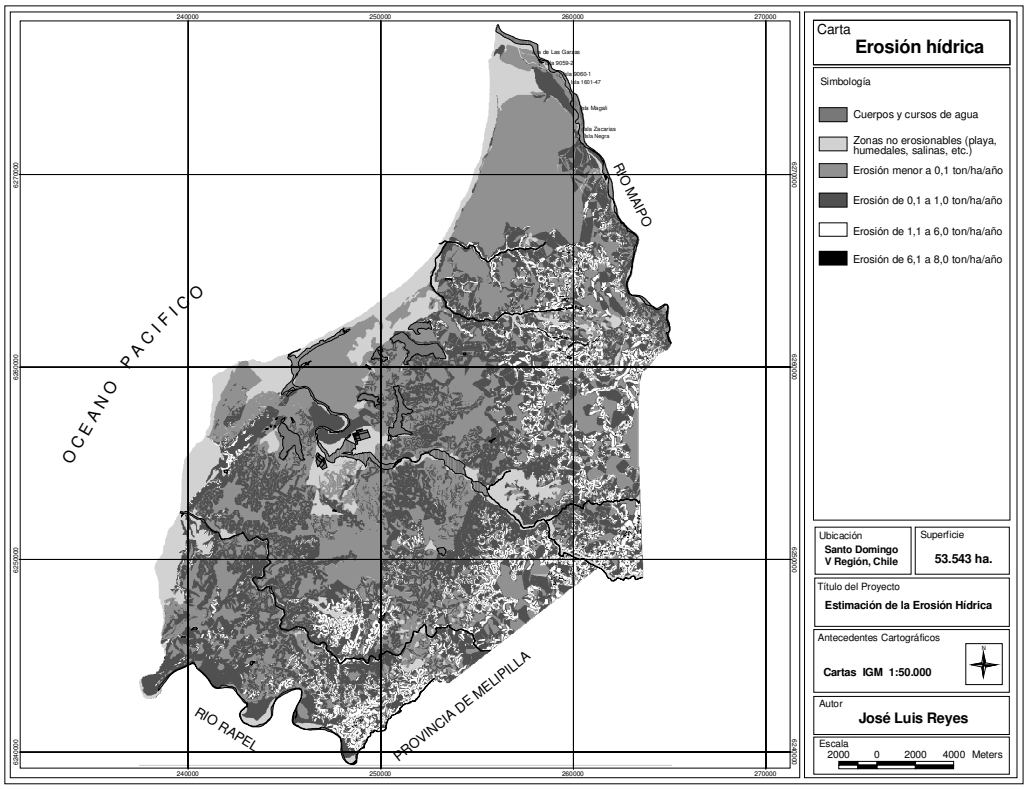

Figura 6. Categorización de zonas de la comuna de Santo Domingo (V Región) según erosión hídrica, calculada por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) (Pérez, 2000)

Es importante discernir entre dos escalas de trabajo: la planificación de una comuna se realiza en una escala que posee menor detalle que en la escala predial, es decir, las metas globales a nivel de comuna deben ser alcanzadas por medio de acciones a nivel local (en este caso, predial).

El elemento singular más representativo a escala comunal en Santo Domingo, es el humedal El Yali. Dentro de él, la laguna Colejuda, ha sido protegida, quedando al centro de un parche de conservación (Figura 8), que en este caso actúa como buffer para proteger a la laguna y su fauna que representa el 25 % de la avifauna nacional. Por otra parte, Agrícola Super, se encuentra en medio del humedal; sin embargo, sus galpones se aislan por medio de un parche de conexión que actúa como barrera fitosanitaria (Figura 9).

Figura 7. Control de erosión por medio de cortinas cortavientos de *Eucalyptus spp.* en el sector de Alto Loica, comuna de Melipilla

Figura 8. Laguna Colejuda, que es parte del humedal El Yali

Un ejemplo a nivel predial, es el caso del predio de los monjes Benedictinos, cuyas zonas de protección prioritarias y los tipos de parche y corredores forestales fueron determinados principalmente por medio de su zonificación según capacidad de uso (Figura 10). Como bosque patrimonial puede considerarse la plantación forestal realizada con variadas especies en la Unidad Biogeoestructural (UNBI) N°8, debido al valor simbólico de ella. Otros parches de este tipo pueden establecerse en la UNBI 11, 6 y 9 por tratarse de los espacios de clausura monástica que requieren los monjes para orar. Para las UNBI 6,11 y 9 se establece un corredor de conexión para separar la clausura monástica de los otros sectores del predio.

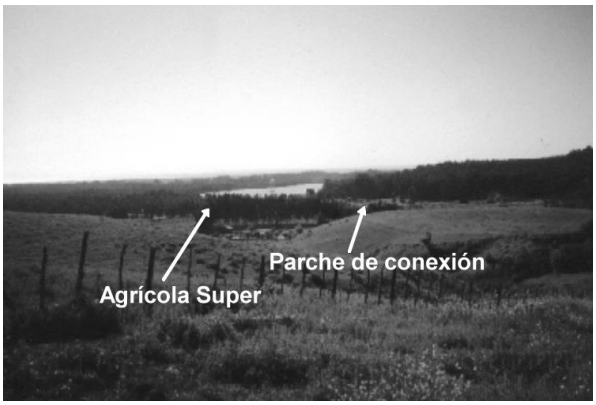

Figura 9. Galpones de Agrícola Super, rodeada por barrera fitosanitaria en el humedal El Yali

Otro corredor de este tipo se ubica alrededor del monasterio, pasando por las UNBI 9, 10 y 4 para separar una posible zona de construcción de hospedería para las familias de los monjes con una posible hospedería para hombres (UNBI 9).

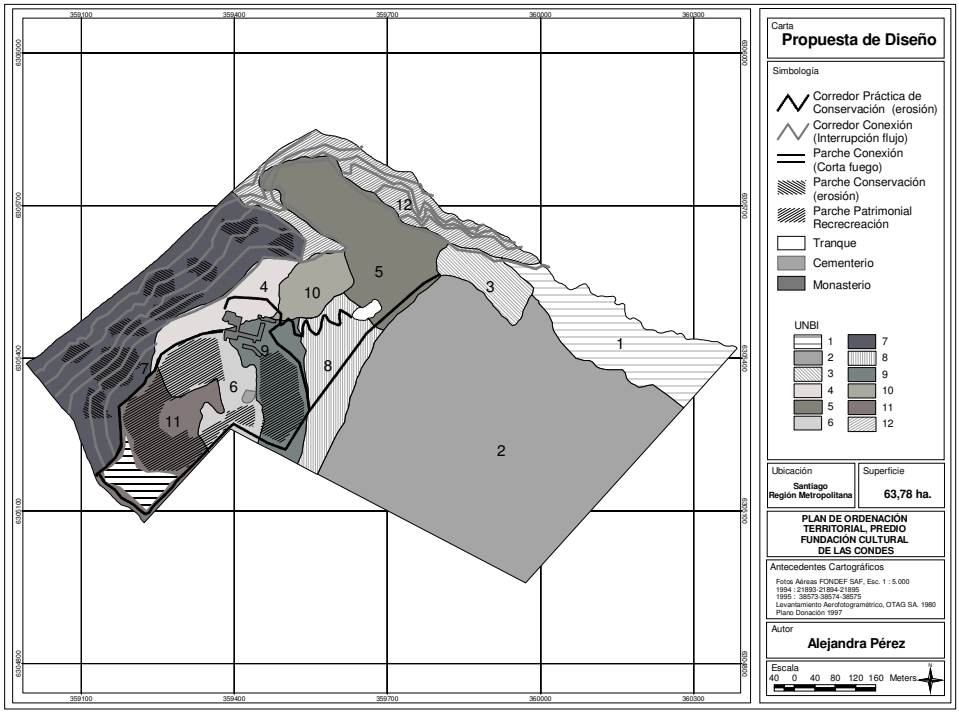

Figura 10. Predio Fundación Cultural Las Condes. Cada color representa una unidad biogeoestructural (UNBI) distinta y sobre cada una se estimó la capacidad de uso, reflejando la pendiente y el tipo de suelo (Gastó *et al*., 1993) (Pérez, 2000)

Se ubica un corredor de conexión visual para aislar la presencia de las construcciones urbanas visibles desde la zona de claustro que se encuentra en las UNBI 6, 9 y 11. Estas UNBI son una de las áreas con mejor calidad visual panorámica.

Para las UNBI 6 y 11 se sugieren parches cortafuego (interrupción del flujo fuego) de *Acacia caven* debido a que el clima del verano reseca la pradera existente convirtiéndose en un buen combustible; esta zona presenta pendientes de 20 y 30 % por lo que un eventual incendio podría propagarse rápidamente.

En el caso de las UNBI 1,2 y 3 se vuelve difícil entregar una solución debido a que estos terrenos son de aptitud II y III, pero están abandonados y sólo existe en él *Acacia caven* y pradera natural. Estas UNBI se utilizan para hipoterapia a pesar de su buena aptitud silvoagropecuaria. Debido a que los monjes no quieren producción, en estas UNBI pueden ser establecidos parches y corredores de cualquier tipo, exceptuando el productivo; sin embargo, el problema radica en que son espacios abandonados, que están lejos del monasterio. Para este sector, los monjes incluso evalúan la posibilidad de venta a alguna inmobiliaria. Es posible que esa zona pueda convertirse en una zona con parches y corredores de recreación para los niños que practican la hipoterapia.

APLICACIÓN DEL DISEÑO EN EJEMPLOS GRÁFICOS

El bosque de la ladera (Figura 11) fue sacado sin un criterio de ordenación territorial. La formación de cárcavas, con la consecuente desestabilización de la cuenca y la pérdida de los horizontes del suelo es un estado predecible para este sistema. Puede decirse que esta ladera posee una pendiente pronunciada, tal vez clase de uso de suelo VI ó VII, por lo que algunos corredores y parches de conservación hubiesen sido una solución a los problemas de estabilidad.

Figura 11. Ladera no diseñada en El Salvador (Fotografía tomada por Juan Gastó, año 1985)

En el caso siguiente (Figura 12), una extensa superficie fue deforestada para cultivos agrícolas, sin criterios de conservación. Al igual que en la Figura 11, los problemas ecológicos son predecibles. Para una zona de alta diversidad de la biocenosis como ésta, la ubicación de parches de conservación (stepping stones) y corredores de conexión entre ellos, hubiese sido una solución armónica ser humano – naturaleza.

Figura 12. Extracción forestal y plantación no diseñada, Puerto Saavedra, IX Región, Chile (Fotografía tomada por Juan Gastó, año 1995)

En la Figura 13 se muestra una matriz de bosque nativo de *Eucalyptus spp.* que fue abierta en sectores, pero se dejaron corredores de conservación en las quebradas (pendientes pronunciadas), parches de conservación y corredores de conexión que unen a los parches con la matriz para la movilidad de la faunación.

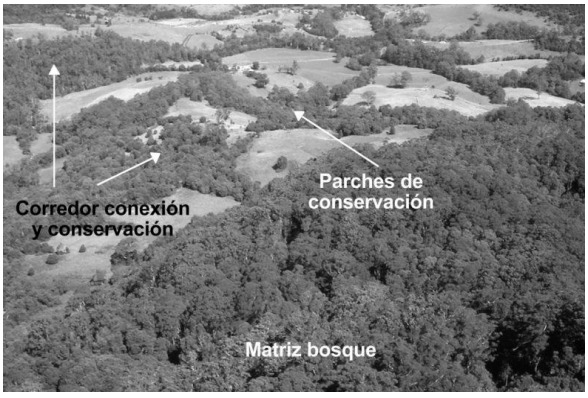

Figura 13. El bosque incorporado al diseño territorial (montañas aledañas a Sydney, Australia) (Fotografía tomada por Juan Gastó, año 1989)

El bosque se incorpora alrededor de pequeños poblados como corredor de conexión (flujo visual y seto vivo) (Figura 14).

Figura 14. El bosque incorporado al diseño territorial en poblados en Lorena, Francia (Fotografía tomada por Juan Gastó, año 1990)

CONCLUSIONES

1. El establecimiento de principios de diseño basados en la TGS permitió la elaboración de una metodología de diseño de ordenación territorial que incorpora al bosque como componente territorial:

- La modelación de la cuenca como sistema (unidad, estructura, organización, adaptación y desarrollo y, finalidad) y la caracterización de sus atributos (en especial el mecanismo de control), permitió inferir el primer principio del diseño: principio de la estabilidad. La operacionalización de este principio constituye la primera acción de diseño: determinar las zonas de protección, después de la descripción del territorio. El establecimiento de los bosques (mecanismo de control en la pérdida de suelo) en esta zona es la forma de alcanzar la meta global (estabilidad de la cuenca) por medio de acciones realizables a nivel local. Es importante destacar que casi la totalidad de los costes de estas acciones son subsidiadas por el gobierno en los sectores rurales.

- Conocer las metas de los actores sociales es un principio en sí (principio de la localidad). No es posible realizar una propuesta de diseño sin esta información. Cuando se establecen las metas locales, el bosque puede ser incorporado como parche, matriz o corredor, que es la primera interrogante en el proceso de diseño.

- Al modelar el bosque como subsistema de una unidad administrativa, se pudo establecer el principio de la integración y de la conexión. El bosque interrumpe los flujos desintegradores (externalidades negativas) y facilita los flujos integradores (externalidades positivas) entre los componentes de la unidad administrativa.

- La dimensión estética tiene que ver principalmente con el flujo visual, por lo que también se consideró como un flujo sistémico.

2. La incorporación del bosque en las unidades administrativas ordena y simplifica la elaboración de una propuesta de diseño coherente con las metas de los actores sociales y armónica con el medio ambiente.

3. Una meta global o planificada en una escala mayor a la escala local, como es el caso de Santo Domingo, no puede alcanzarse sin la cooperación de los actores sociales. Es por este motivo que se deja planteada la idea de una propuesta para incorporar a los actores sociales del mundo rural en la toma de decisiones global; y a promover una educación participativa acerca de las acciones locales necesarias para el logro de los objetivos globales.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, J.M. 1998. Orientaciones e iniciativas comunitarias para establecer una política europea de ordenación sustentable del territorio. Programa de fortalecimiento y cumplimiento de las normas del medio ambiente. Proyecto CONAMA BID/FOMIN. (1): 109-137 p.

BONILLA, C. 1999. Apuntes de clases. Profesor de la cátedra de Hidrología e Hidráulica Aplicada, Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

CADESA (Comité de Acción de Apoyo al Desarrollo Económico y Social de Centroamérica), WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). 1992. Cuidar la Tierra. Estrategia para el Futuro de la Vida. Temas de Integración y Desarrollo. Panamá.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). Programa de fortalecimiento y cumplimiento de las normas del medio ambiente. Santiago, Chile. Ed. CONAMA BID/FOMIN, 1998. (2): 10-39 p.

CURRY. 1981. Watershed form and process: the elegant balance. En: Systems thinking. Volumen II. Ed. F.E.Emery. USA. 477 p.

D'ANGELO, C. 1998. Principios generales para la ordenación predial. La incorporación de la naturaleza en el diseño predial. Tesis (Magister), Santiago; Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 304 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1992. Cuidar la Tierra. Estrategia para el Futuro de la Vida.

Temas de Integración y Desarrollo. Panamá. Ed. FAO.

FAO. 1984. Actividades forestales en el desarrollo de comunidades locales. Información extraída del Seminario de Título de Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile: Agroforestería en Chile, sistemas agroforestales para el desarrollo rural realizado por Francisco Mercadal. 1999.

FERRATER, J. 1944. Diccionario de Filosofía. Segunda edición. México. Ed. Atlante. 760 p.

FORESTRY COMISSION. 1989. Forest Landcape Design Guidelines. Canadá. Ed. Ministry of Forest, Province of British Columbia. 32 p.

FORESTRY COMISSION. 1994. Landcape design. Visual. Training manual. Canadá. Ed. Ministry of Forest, Province of British Columbia and British. 166 p.

FORMAN, R. 1995. Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge. Reino Unido Ed. Cambridge University. 632 p.

FORMAN, R. y M. GODRON. 1986. Landcape Ecology. USA .Ed. John Wiley & Sons. 1986. 619 p.

GALLARDO, E. 1999. Definiciones forestales básicas: escrito está. *Revista Chile Forestal*, (275) : 18-19.

GASTÓ, J. y P. RODRIGO. 1996. Ordenamiento Territorial y Bosque Nativo. Borrador de discusión para el primer Simposio Nacional: Hacia una política para manejo sustentable del bosque nativo en Chile.

GASTÓ, J. y P. RODRIGO. 1998. Estado actual del uso de los instrumentos de ordenamiento del territorio en Chile. Apoyo al desarrollo de instrumentos de manejo de los recursos naturales: Ordenamiento Territorial. En: CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). Programa de fortalecimiento y cumplimiento de las normas del medio ambiente. Santiago, Chile. Ed. CONAMA BID/FOMIN. (1): 56-108 p.

GASTÓ, J., F. COSIO y D. PANARIO. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Quito, Ecuador. Ed. Red de Pastizales Andinos. 254 p.

HONORATO, R. 1994. Manual de edafología. Colección de textos universitarios. Santiago, Chile. Ed. Universidad Católica de Chile. 196 p.

INFOR. 1997. Sistemas agroforestales: análisis y diseño de propuestas orientadas al secano de las comunas de Navidad y La Estrella. Información extraída del Seminario de Título de Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile: Agroforestería en Chile, sistemas agroforestales para el desarrollo rural realizado por Francisco Mercadal. 1999.

JOHANSEN, O. 1975. Principios de los sistemas dinámicos. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. 315 p.

LLAMAS, J. 1993. Hidrología General. Principios y Aplicaciones. España. Ed. Universidad del país Vasco. 635 p.

MARTÍNEZ y NAVARRO. 1995. Hidrología forestal. El ciclo hidrológico. Valladolid, España. Ed. Universidad de Valladolid.

MATURANA, H. y F. VARELA. 1972. De máquinas y seres vivos. Una teoría sobre la organización biológica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 122 p.

MORA, Z. 1999. Bosque nativo: El Código Cerrado de la Naturaleza. En: Defensores del bosque chileno. La tragedia del bosque chileno. Santiago, Chile. Ed. Ocho libros. 68-73 p.

MUNIZAGA, G. 1993. Tipos y elementos de la forma urbana. Santiago, Chile. Ed. Universidad Católica de Chile. 267 p.

OLTREMARI, J. y K. THELEN. 1999. Manual para la formulación de Planes de Manejo en Áreas Silvestres Protegidas Privadas. Informe final del estudio "Análisis y diseño metodológico pata la elaboración de Planes de Manejo en Áreas Silvestres Protegidas Privadas. Ed. FAO. 137 p.

ONU (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo). Principios forestales. Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras En: Programa 21. Adopción de acuerdos sobre el medio ambiente y el desarrollo. Río de Janeiro, Brasil. Ed. ONU. 1992. 20-28 p.

OYARZÚN, C. 1993. Estimación de los Procesos de Erosión Hídrica en un Ambiente Montañoso de la Cuenca del Río Bío-Bío, IX Región, Chile. Tesis (Doctorado en Ciencias Ambientales). Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 150 p.

PAYNE, N. y F. BRYANT. 1994. Techniques for wildlife habitat manangement of uplands. USA. Ed. MaGraw-Hill. 840 p.

PEÑA, L. 1995. Apuntes de Conservación de Suelos. Concepción, Chile. Ed. Universidad de Concepción. 167 p.

PÉREZ, A. 2000. Bases conceptuales, principios y metodología para la incorporación del bosque en la ordenación territorial. Proyecto de título Ingeniero Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ingeniería Forestal. Santiago, Chile.

QUERON, C. 1998. Relaciones entre actores y territorio rural. El caso de la comuna de Santo Domingo. Tesis (Magister Scientia en Desarrollo Rural). Santiago; Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.

RIVAS, C. 1998 Bases para la ordenación del territorio de la provincia de Tucumán (Argentina). Directrices de ordenación del territorio. En: CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). Programa de fortalecimiento y cumplimiento de las normas del medio ambiente. Santiago, Chile. Ed. CONAMA BID/FOMIN. (2): 10-39 p.

ROBINSON, H. 1977. Morphology and landscape. Tercera edición, Gran Bretaña, Ed. University Tutorial Press.

ROTUNDO, E. 1978. Introducción a la Teoría Genera de los Sistemas. Caracas, Venezuela. Ed. Universidad Central de Venazuela. 96 p.

SANHUEZA, A. 1996. Las funciones del bosque. *Revista Chile Forestal*, Documento técnico N° 95.

SIMMONS, I.G. 1982. Ecología de los recursos naturales. Barcelona, España. Ed. Omega. 463 p.

VON BERTALANFFY, L. 1968. General System Theory. Foundations, Development, Applications. New York, United States of America. Ed. Geoerge Braziller. 289 p.

ZELENY, M. 1981. Autopoiesis. A Theory of Living Organization. United States of America. Ed. North Holland. 314 p.