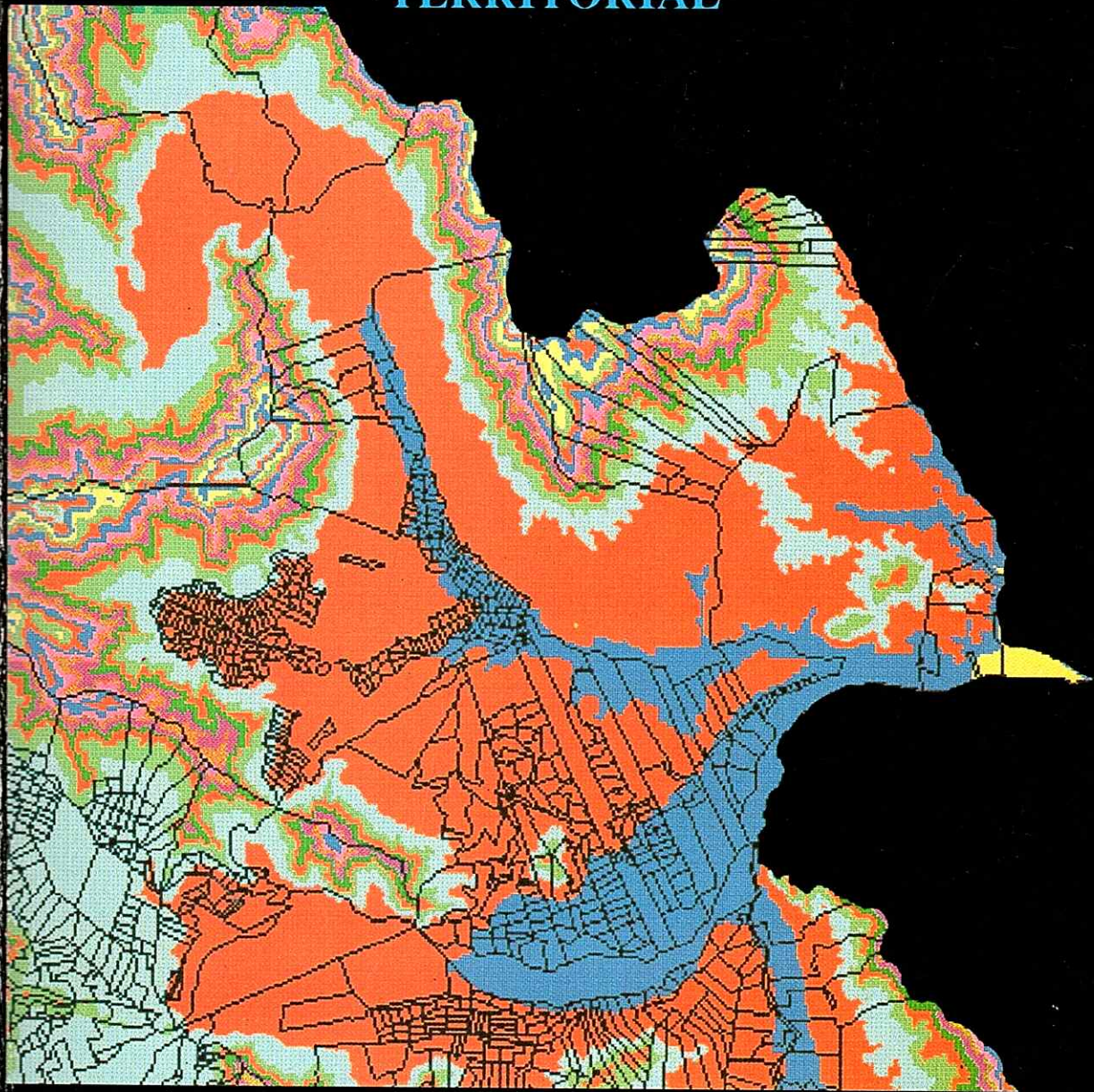


**HACIA UN ORDENAMIENTO  
ECOLOGICO-ADMINISTRATIVO DEL  
TERRITORIO  
SISTEMAS DE INFORMACION  
TERRITORIAL**



**Editores**

**Leonardo Lavanderos**

**Juan Gastó C.**

**Patricio Rodrigo**

Hacia un ordenamiento  
ecológico-administrativo del territorio  
Sistemas de información territorial



Hacia un ordenamiento  
ecológico-administrativo del territorio  
Sistemas de información territorial

**Editores**

Leonardo Lavanderos  
Juan Gastó C.  
Patricio Rodrigo

Ministerio de Bienes Nacionales  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Universidad Católica de Valparaíso  
Corporación Chile-Ambiente

Santiago - Chile  
Marzo 1994

## RECONOCIMIENTO

*Se desea dejar constancia y agradecer al Ministerio de Bienes Nacionales, y al Proyecto CONICYT-FONDECYT, Chile 0768-92, por su apoyo económico para la realización de este libro.*

*Se desea, además, reconocer el apoyo de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, y a la Corporación Chile-Ambiente.*



## AUTORES

### Capítulo 1

Leonardo Lavanderos, Biólogo MSc  
Ministerio de Bienes Nacionales, Chile

Hernán Espinoza, Biólogo  
Corporación Chile-Ambiente

Esteban Muñoz, Psicólogo  
Corporación Chile-Ambiente

Gonzalo Gutiérrez, Físico  
Pontificia Universidad Católica de Chile

### Capítulo 2

Adriano Rovira, Geógrafo MSc  
Universidad Austral de Chile  
Corporación Chile-Ambiente

Leonardo Lavanderos, Biólogo MSc  
Ministerio de Bienes Nacionales

Claudia González, Ing. Agrónomo  
Pontificia Universidad Católica de Chile

### **Capítulo 3**

Juan Gastó, Ing. Agrónomo, PhD  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Fernando Cosio, Ing. Agrónomo. MSc  
Universidad Católica de Valparaíso

Daniel Panario, Ing. Agrónomo  
Universidad de la República, Uruguay

Claudia González, Ing. Agrónomo  
Pontificia Universidad Católica de Chile

### **Capítulo 4**

Juan Gastó, Ing. Agrónomo, PhD  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Fernando Cosio, Ing. Agrónomo. MSc  
Universidad Católica de Valparaíso

Fernán Silva, Ing. Agrónomo  
Universidad Católica de Valparaíso  
Corporación Chile-Ambiente

Patricio Rodrigo, Ing. Agrónomo, MSc  
Ministerio de Bienes Nacionales, Chile

### **Capítulo 5**

Claudio Banda, Ing. Agrónomo (e)  
Universidad Católica de Valparaíso

Adriano Rovira, Geógrafo MSc  
Universidad Austral de Chile  
Corporación Chile-Ambiente

Leonardo Lavanderos, Biólogo MSc  
Ministerio de Bienes Nacionales, Chile



## **Capítulo 6**

**Cristián Leyton, Cartógrafo (c)**  
Universidad Técnica Metropolitana

**José E. Castro, Cartógrafo (c)**  
Universidad Técnica Metropolitana

**Leonardo Lavanderos, Biólogo MSc**  
Ministerio de Bienes Nacionales, Chile

# Indice

Presentación	17
Introducción	19
<b>Capítulo 1</b>	
<b>La relación sociedad-naturaleza</b>	21
El contexto o referente	21
Objetos y Relaciones	25
Marco Articulatorio	27
Hacia una unidad relacional operativa	28
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Fundamentos del ordenamiento territorial</b>	31
Elementos de Planificación Ambiental del Territorio	31
La dimensión territorial	34
Levantamiento Integrado de Tierras	35
Evaluación del Territorio	38
Metodología General de la Planificación	39
Formulación de Objetivos	41
Inventario	45
Diagnóstico	50
Generación y Evaluación de Alternativas	53
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Sistema de clasificación de ecorregiones</b>	63
Introducción	63
Sitio en la taxonomía ecológica del sistema	64
Sistema de clasificación	64
Categorías climáticas	65



Categoría geomorfológica	77
Sitio como unidad de referencia	78
Categorías de estado	79
Valoración del estado	80
Variables determinantes del sitio	81
Cercado en la taxonomía administrativa del sistema	87
Sistema de clasificación	87
Categorías superiores estatales	89
Categorías mixtas locales-recursos	91
Categorías prediales	92
Cercado como unidad de referencia	94
Categorías de estado	95
Estilo	95
Valoración del estado	95
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Sistema de clasificación para las ecorregiones de Chile</b>	97
Introducción	97
Reino Seco	98
Reino Templado	109
Reino Boreal	117
Reino Nevado	118
<b>Capítulo 5</b>	
<b>Sistemas de información territorial</b>	123
Introducción	123
Experiencias nacionales en la aplicación de SIT	125
Sistema de Información Geográfica III Región	126
Sistema de Información Ambiental Nacional	127
Experiencias internacionales en la aplicación de SIT	129
Marco conceptual en el diseño de un SIT	140
Conceptos operacionales	143
Conceptos de modelo	145
Hacia una propuesta de ordenamiento territorial	148
Criterios y Aproximaciones al Método de Ordenamiento	150
Condiciones Unicas	158

<b>Capítulo 6</b>	
<b>Criterios básicos en la manipulación del dato geográfico</b>	161
Recopilación de la Información	161
La obtención de la información	162
Obtención de Datos Primarios	163
Obtención de Datos Secundarios	164
Los mapas como fuente de datos secundarios	166
Fuentes de Datos Sustitutivos	167
Fuentes de Datos Telepercibidos	167
Análisis Cartográfico	167
Topología y Cartografiado	169
Representación de Datos Geográficos	171
Representación Raster	172
Representación vectorial	172
Errores de Representación y Manejo del Dato Geográfico	174
Criterios de Transformación de Datos Puntuales	181
Representación coroplética	182
Reflexiones finales	185
<b>Bibliografía</b>	189
Literatura citada	189
Literatura consultada	194



## Presentación

Este libro nos habla a la vez de varios temas que son extraordinariamente relevantes para objetivar lo que está ocurriendo y ocurrirá con el desarrollo de Chile.

En efecto, creo que una de las dimensiones que no se han evaluado es la consecuencia que las transformaciones dinámicas de la economía chilena han tenido sobre nuestra estructura territorial.

No basta con las observaciones que cada uno de nosotros pueda realizar sobre cómo ha cambiado el paisaje en diversas latitudes del país.

Ahora bien, para evaluar tales cambios en la estructura territorial se requiere de conceptos, métodos y herramientas. Uno de los méritos de este texto consiste, precisamente, en otorgarnos un conjunto de proposiciones que nos llevan hacia la posibilidad de análisis de las transformaciones territoriales recientes que han ocurrido. Pero además esas proposiciones pueden permitirnos hacer un ordenamiento de la forma que adquieren en el territorio las actividades productivas y que, a su vez, son consecuencia de la forma que tiene en Chile la relación sociedad-naturaleza.

Así visto y leído, este libro, se convierte en una herramienta para la visión prospectiva. Es decir, una herramienta para el ordenamiento ecológico territorial y de esa forma ser capaces de comprender que con la compleja matriz de recursos naturales no se puede hacer cualquier cosa, sino que ella, entendida como la base de nuestro crecimiento y desarrollo, tiene potencialidades y limitaciones que es necesario evaluar.

Esa evaluación tiende a ser equívoca cuando se realiza desde una aproximación puramente sectorial o por área de recursos. Pero si se realiza objetivando en el territorio

tales potencialidades y limitaciones, nos encontramos con una herramienta muy poderosa para proponer formas de uso sustentable de nuestra matriz de recursos naturales.

La representación de tal realidad a través de un modelo o sistema de información territorial, nos cambia radicalmente la forma estática de mirar nuestro desarrollo.

Mi interés por el contenido de este libro se debe a tres razones: primera, mi condición de geógrafo; segunda, mi preocupación por la forma que ha adquirido el desarrollo de Chile y su relación con la estructura territorial del país y, tercera, porque entre sus autores se encuentran distinguidos profesionales que han trabajado en el Ministerio de Bienes Nacionales y desde donde hemos compartido inquietudes y desafíos.

El desarrollo de Chile se funda hoy, y probablemente durante varios decenios más, en la capacidad de uso directo de sus recursos naturales: minería, pesca, bosques y suelo. Proponer formas de ordenamiento territorial constituye una posibilidad más de contribuir a hacer sustentable nuestro desarrollo.

Este libro, si acaso permitiese despertar la conciencia científico-técnica en tal dirección, habrá cumplido su objetivo mucho más allá del que los propios autores se han propuesto.

Luis Alvarado Constenla  
Ministro de Bienes Nacionales

Santiago, Febrero de 1994.

## Introducción

Uno de los mayores desafíos que enfrenta en la actualidad la ciencia es la capacidad de modelar los diferentes escenarios de cambio que involucran la relación sociedad-naturaleza. Esto responde a la percepción parcial del sistema sociedad-naturaleza en sus diversos grados de desarrollo.

Por otra parte, la incorporación de nuevas herramientas que involucran la capacidad de manejo de la información, desde una perspectiva sistémica, ha generado la necesidad de desarrollar un lenguaje general que sea capaz de articular estilos y formas de pensamiento frente al desafío predictivo de lo que hoy se define como medio ambiente. Esto es, el entender no sólo las características cuali y cuantitativas de los objetos con que interactuamos sino representar y reconstruir, en el modelo predictivo, las relaciones que ellos generan al interior del conjunto que denominamos territorio.

La indeterminación en la información, fruto de la descontextualización del objeto y sus relaciones de intercambio, ha sido la tendencia general en el conocimiento de la relación sociedad-naturaleza. De esta manera, enfrentarse a la fase predictiva como el resultado natural de un proceso de análisis resulta determinantemente algo diferente que la suma de las partes.

De lo anterior, un objetivo clave en el diseño de modelos que incorporen un espacio multivariado es la capacidad de representar su arquitectura. Esta encierra la composición relativa, en base a la posición de los objetos dentro del sistema. De esta manera, el orden que éstos establecen entre sí permite una aproximación a la estructura del sistema, la cual es la forma concreta en que se expresa su organización. El establecimiento de ésta permite direccionar el sistema ambiental hacia un objetivo de política predefinido, que puede ser de tipo conservador o de optimización productiva.

La idea de ordenamiento constituye una búsqueda permanente de la mente humana. La función de perpetuar y no explicar enfrenta a la ciencia a una disyuntiva en el



hecho de clasificar en base a propiedades inherentes, base de la definición del objeto de cada ciencia en particular. Frente a un determinado estilo y forma de pensamiento las diferencias y las similitudes parecen infinitas en el momento de encontrar el límite que separa a un objeto de otro. Siempre se ha tratado de lograr diferenciar aquellos rasgos presentes en los objetos para una correcta clasificación; esto se ha traducido en la pérdida de una información valiosa asociada a las propiedades aparentes o relacionales entre los objetos considerados, sin ser menos cierto que las características inherentes de cada uno no dejan de ser valiosas. A partir de un criterio de ordenamiento, propio del ser humano, se desarrollan los cimientos indispensables del proceso clasificatorio, desde el cual se generan los métodos y las tecnologías. En el caso del Ordenamiento Territorial las diferentes estructuras expuestas, como patrones espaciotemporales, reflejo de la relación sociedad-naturaleza, destruyen la indeterminación, direccionando la información hacia una forma de pensamiento sistémico del espacio y el tiempo, en que se consolida la sociedad-naturaleza a través del vector cultural.

El diseño y desarrollo de los Sistemas de Información Ambiental con una base en la ciencia ecológica permite establecer los fundamentos de este acercamiento. Como se verá durante el desarrollo del libro, los conceptos que esta herramienta encierra obligan a incorporar nuevos estilos de pensamiento frente a la percepción del entorno territorial.

Este libro tiene como objetivo familiarizar al usuario con conceptos sistémicos, de modelación, de ordenamiento territorial y las operaciones asociadas dentro de un escenario cartesiano, donde es posible mover las piezas de ajedrez para derrotar la indeterminación, con dos herramientas fundamentales: los Sistemas de Información Territorial y la calculadora asociada, que son los Sistemas de Información Geográfica.

La experiencia que se entrega en el libro es producto de más de veinte años de investigación empírica y teórica de científicos chilenos, los cuales, mediante un trabajo transdisciplinario, esperan llenar un vacío conceptual existente en los instrumentos técnicos disponibles para la toma de decisiones en materia de política ambiental y contribuir con ello a superar el falso dilema de crecimiento o ecología, principal obstáculo ideológico para el logro del desarrollo sustentable de Chile.

Inicialmente se desarrollan algunos de los fundamentos de la Transitividad Ecológica Administrativa, luego se analizan conceptos y criterios de Planificación Territorial. Consecuentemente con el ordenar, se analizan y explican las bases ecológicas del sistema de clasificación propuesto y su aplicación en el caso de Chile. Finalmente, se incorpora la experiencia local en el desarrollo metodológico de Sistemas de Información Territorial con un ejemplo para una comuna y los errores que frecuentemente se presentan.



# Capítulo 1

## La relación sociedad-naturaleza

### EL CONTEXTO O REFERENTE

Históricamente es posible distinguir tres formas en la relación sociedad-naturaleza. La primera, caracterizada por lo contestatario en el operar de la sociedad frente a la naturaleza. La siguiente, que se fija en la producción y se desarrolla plenamente a partir de la revolución industrial, reflejándose en la capacidad de supeditar procesos naturales al desarrollo de la sociedad. Finalmente, y como forma actual, aquella en la cual la sociedad percibe que las transformaciones operadas sobre el entorno no son independientes del sistema social, lo que se manifiesta en el desequilibrio “producción-naturaleza” (Novik, 1982).

Estas formas de relación son producto de la posición adoptada por el hombre como ser racional natural-supranatural, lo cual permite distinguir entre lo humano y lo natural y lo artificial y lo natural. Esta posición dualista frente a la idea sociedad-naturaleza operó desde el punto de vista del materialismo mecanicista como del idealismo en general. Los efectos de esta posición se traducen en: el divorcio del objetivo y su resultado en la interacción con la naturaleza, el proteccionismo o conservacionismo de los recursos sin el hombre, la inmutabilidad de la naturaleza protegida y, la que a nuestro parecer es fundamental, la interpretación del entorno como envoltura externa del operar social.

El diálogo público acerca del ambiente se basa en la dicotomía del hombre contra la naturaleza o viceversa. Algunos han tratado de resolver la discusión excluyendo tierras vírgenes para conservarlas en estado de inocencia o limitando la forma en que el hombre puede domesticar la naturaleza.

En la Ecología, el operar dualista se refleja en la incapacidad de incorporación de las relaciones de intercambio de la sociedad, como formas particulares, dentro de las que definen la organización del ecosistema. Lo anterior está en franca contradicción con lo que identifica a la Ecología, que no son los organismos "en sí" ni el entorno "en sí", sino las relaciones de intercambio que se establecen entre ambos. El centro de la Ecología no son los objetos implicados, sino que las implicaciones que originan la interrelación entre éstos (Mires, 1990). En la medida que esas relaciones se vuelvan más complejas (biosociales), resulta evidente la negación del carácter biológico como determinante en la relación de intercambio a nivel sistémico y, a la vez, que este intercambio sea sólo producto del operar social.

La opción alternativa al dualismo es considerar a la sociedad-naturaleza como una sola unidad indivisible que se integra como un todo, lo cual es la base del planteamiento monístico del sistema.

El monismo se fundamenta en los intereses de la sociedad; su desarrollo y perfeccionamiento en una naturaleza en transformación, en la unidad de las dos formas de proceso objetivo, la naturaleza y la actividad del hombre dirigida a un fin (Novik, 1982).

Los dos componentes de esta unidad, la sociedad y la naturaleza, se conectan presentando relaciones de causalidad mutua. Consecuentemente con lo anterior, el estado global del suprasistema puede evaluarse empleando como indicador la invarianza en la organización del ser humano. Esto entendido como principio de "homofundamentalismo" o antropocentrismo racional. Todo cambio o transformación experimentada en el sistema sociedad-naturaleza debe conservar la organización, lo que permite, bajo condiciones constantes de estructura física y corpórea en el ser humano, un aumento infinito del contenido de información, así como las relaciones de intercambio que determinan este cambio conservador (Mires, 1990).

El concepto de calidad de vida integra el bienestar físico, mental y social de la persona y de su grupo (Margaleff, 1982; Leff, 1986; Mires, 1990) y lo relaciona con su medio ambiente. Los problemas ambientales de la sociedad actual deben analizarse en relación a un sistema de referencia en cuyo centro se localiza a la sociedad y deben enmarcarse en un contexto más amplio de problemas y metaproblemas de acuerdo al teorema de Gödel S.

El teorema de la indecibilidad de Gödel establece que cada modelo se explica dentro de un modelo más amplio y más general. En versión apropiada al problema ambiental se puede enunciar en el sentido de que es imposible dar una descripción completa del ecosistema sin más referencia que el propio ecosistema (Margaleff, 1974).



Se establece en esta forma una relación entre los problemas del hombre relacionados con su calidad de vida y el medio antrópico que se constituye en su metaproblema. El medio ambiente afecta la calidad de vida y, a su vez, es afectado por ésta como un subproducto de sus actividades.

La calidad de vida puede definirse como el grado en que los miembros de una sociedad humana están satisfaciendo sus necesidades y ejercitando sus potencialidades (Dayli, 1991; Gastó, 1979). El medio es un condicionante fundamental de la calidad de vida. Se requiere, por lo tanto, formalizar y darle una estructura sistemática y unidad a los conceptos de calidad de vida y calidad ambiental, de manera de establecer relaciones objetivas entre las variables indicadoras de la calidad del intercambio sociedad-entorno. De esta manera, los conceptos de Impacto y Ordenamiento Ambiental pasan en definitiva a dar cuenta de la estabilidad del sistema sociedad-naturaleza, de acuerdo a su capacidad de resistencia y recuperación y no de un escenario sin actores, bajo el cual se aplicará una determinada política económica.

En la actualidad se sostiene que los cambios en la sociedad han desencadenado una problemática ambiental debido al deterioro de los ecosistemas (Contreras, Gastó y Cosío, 1986) y del incremento de las tecnologías, lo cual no sólo está atentando contra la calidad de vida, sino que en forma creciente contra la vida misma (Dayli, 1991; Leff, 1986.) En otro contexto, el desarrollo tecnológico y la transformación del ecosistema como consecuencia de la actividad humana ha sido positivo para su sobrevivencia y adaptación. Esta dualidad de efectos positivos y negativos es lo que debe evaluar cualquier análisis que se haga de la calidad de vida.

Analicemos el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el cual ha confeccionado un Índice de Desarrollo de las Condiciones de Vida Humana (IDCV). Este combina tres variables para su determinación: el poder de compra, la esperanza de vida y el grado de alfabetismo de la población.

El poder de compra se relaciona con la productividad de los recursos naturales renovables, lo cual se mantiene a través de un uso sostenido sometido a prácticas adecuadas de conservación y manejo. Desde esta perspectiva, las enfermedades ecosistémicas, tales como desertificación, erosión, salinización, fertilización, contaminación, incendios y otros, reducen su capacidad productiva, por lo que afectan la calidad de vida del hombre. En este contexto, el deterioro de los bosques, praderas, cultivos, ríos, lagos y mares incide en la calidad de vida de la población (Mires 1990; Huenting, 1991). Sin embargo, esta posición valorativa de los recursos confunde el concepto de valor de uso y valor de cambio. Fundamentalmente, porque la naturaleza posee valor de uso, pero no de cambio, cuando es mediatizada por el hombre. Debido a que sólo el trabajo del hombre posee valor de cambio (Marx, C, 1860; Mires, 1990;

Dayli, 1991) En consecuencia, para poder comprar hay que saber cuál es el valor del recurso, lo que se traduce, según lo señalado anteriormente, en que no podemos cuantificar ni medir el valor de un Ecosistema con las actuales herramientas de la economía.

Si analizamos la actual economía de la riqueza como el efecto de obtener mayores ganancias en menos tiempo, tiene como consecuencia una destrucción del espacio físico para alterar el tiempo de reproducción natural de los recursos. Lo anterior es el reflejo de la contradicción entre las nociones de tiempo natural y tiempo económico, de lo cual se deduce que la capacidad de compra, en términos absolutos, es limitada, de acuerdo a la real capacidad de producción de los ecosistemas y de la distribución de la energía.

Las implicancias de la visión dualista, desde la llamada economía del crecimiento, se traducen en obviar los valores no cuantificables de la naturaleza, en las teorías del cálculo económico y al hombre, debido a la imposibilidad de reducirlo a relaciones de tipo cuantitativas (Mires, 1990). Esto nos lleva a plantear la siguiente paradoja sistémica: "La regulación de las relaciones de intercambio en un sistema abierto (sociedad-naturaleza) está determinada por una concepción de sistema aislado", de lo que se deduce: una percepción infinita de los recursos, cualquier tipo de cambio es estable y no existe imposibilidad para la ciencia, o sea, un absurdo.

La salud afecta tanto la esperanza de vida como las condiciones para la vida, lo cual se expresa tanto en molestias del diario vivir como en la longevidad de la vida. El ambiente de la vida se origina tanto en el entorno del hombre, especialmente aire y agua, como su alimentación, tanto en lo referente a la cantidad del alimento como en su calidad. De esta manera, la calidad del ambiente y la calidad de vida son dos enfoques de un mismo problema.

El grado de alfabetismo de la población, en su concepción ambiental, se refiere a la capacidad de percibir la información de su entorno, en su parametrización relacionada, tanto con la salud como con el ingreso. Usualmente, la población ha sido discapacitada para evaluar e interpretar los signos indicadores de la calidad ambiental, desconociéndolos, exagerándolos e ignorando la gran mayoría. Esta discapacitación se refiere a separar la realidad en dos sufrimientos, el de la naturaleza y el del hombre que, finalmente, es sólo del hombre.

Los componentes ambientales de la calidad de vida deben pertenecer al recurso natural, tal como agua, aire, tierra, vegetación, fauna o mar, en relación a la capacidad de desarrollo de la sociedad local. Entendiendo este desarrollo como la conservación de la organización del sistema sociedad-naturaleza. También debe considerarse al



arreglo topológico de los componentes ambientales, pues el mismo componente y magnitud, localizado en otro espacio o tiempo, puede no afectar la calidad de vida.

En síntesis, la tan ansiada armonía entre la sociedad-naturaleza, por ponerlo de alguna forma, no es sólo un deseo, sino que es también un mecanismo de retroalimentación negativo obligado para compensar el deterioro de las relaciones de intercambio que mantienen la organización del suprasistema sociedad-naturaleza.

La concepción monista de la relación sociedad-naturaleza nos obliga, en todo ámbito, a enfrentar un desafío metodológico. Este orienta el desarrollo progresivo de la actividad humana y su transformación acorde con las tendencias de la evolución de toda la ecósfera, restableciendo la relación sobre la reconstrucción ecológica de la base técnica de la sociedad y de todos los aspectos de la civilización.

### OBJETOS Y RELACIONES

El acto de distinguir no reproduce el objeto en sí, sino que gatilla las diferencias entre éste y el que lo distingue.

Como lo señalan Lahitte *et al.* (1987), el estudio de las relaciones no ha sido tomado en cuenta como perspectiva de análisis dentro del marco de referencia de la ciencia positivista.

Dentro de la concepción ecológica clásica, es evidente que el objeto de trabajo ha sido el intercambio sustancial entre entidades, entendido esto último como procesos de intercambio de materia y energía (Odum, 1953; Bateson, 1976; Gastó, 1979; Margaleff, 1982; Pianka, 1982). Tomando como referencia la evolución conceptual operativa sobre los objetos, unidades complejas hasta el concepto de sistema, el separar la unidad del entorno y al observador de la unidad observada ha marcado la tendencia general de este operar (Morin, 1981; Morin, 1983). Esto se ha reflejado en el proceso de conexión entre el objeto y su entorno, a través del influir sobre éste o proceso de actividad social, en la medida que esta actividad se percibe como independiente de la dinámica del entorno (Novik 1982; Bateson 1976; Bunge 1972; Lahitte *et al.* 1987; Bateson 1990)

Consecuente con esta visión, se define como entorno la materia-energía que envuelve al organismo y con el cual éste interactúa. La interpretación del medio natural como envoltura externa del ser del hombre es propia de la metodología dualista (Lenin, 1908; Sheptulin 1983). Esta división ha persistido históricamente debido a la imposibilidad de superar los conceptos de división y conexión a través del movimiento. Este

último es como el reflejo de las modificaciones operadas en los objetos, a consecuencia de las relaciones de otros objetos sobre ellos. El movimiento, entendido de esta forma, ha estado basado en las propiedades inherentes de los objetos en relación al valor de uso y cambio impuesto por la sociedad (Mires 1990; Leff 1986). La dicotomía relativa de la actividad humana y de la naturalidad del proceso tiene lugar, pero esta dicotomía se conjuga orgánicamente con su unidad. El entorno así definido resulta ajeno al organismo y con un carácter de cosa en sí misma o de entidad per se debido al estatus bioenergético que se le adjudica.

Alternativamente, la perspectiva relacional (Lahitte *et al.* 1990) propone considerar, tanto al observador como lo observado, como partes indisolubles e indispensables para el establecimiento de la relación que genera el acto de conocimiento.

El acto de conocimiento, entendido como un sistema, no está determinado por las propiedades de sus componentes (sujeto-objeto), sino por la información (diferencias) que surge de la relación cognoscitiva. Según estos autores, los intercambios bioenergéticos entre observador y referente observado quedan implícitos en el acto de conocimiento. De esta manera, el conocimiento como producto de la extracción de diferencias por parte del observador, expresadas en actos de distinción, permite el manejo de la información necesaria para construir las unidades de observación que llamamos sistemas.

Como consecuencia de lo anterior, el entorno queda definido como "todo aquello que no queda especificado como parte del organismo por su propia organización, incluidos otros organismos". Así, el sistema observado constituye una parte del entorno del observador (Von Bertalanffy, 1976; Maturana y Varela 1984; Wiener, 1985; Lahitte *et al.* 1989).

Si bien la óptica relacional restituye el contexto de la relación sujeto-objeto, la pérdida de diferencias como información queda estrictamente definida por el observador mediante su acto de distinción. Lo anterior se traduce en una recontextualización relacional basada exclusivamente en las propiedades aparentes o relacionales.

Ambas perspectivas descansan en el concepto de propiedad, sea éste asociado al objeto o a la relación. De esta manera, en el momento de superación de división y conexión, el movimiento obtenido, entendido como la modificación operada sobre el objeto o sobre la relación, será siempre relativo y parcial, acusando una posición mecanicista.

La proposición de una unidad dialéctica sociedad-naturaleza, basada en la transformación de las propiedades inherentes del entorno y articulada a través de una praxis



socio-relacional, como un camino alternativo, nos lleva a considerar en el diseño de los Modelos de Clasificación del Territorio los nexos entre el dominio de las relaciones y las interacciones.

### MARCO ARTICULATIVO

En base a la distinción generada en la relación sujeto-objeto, por parte del observador, en términos de discretizar y reconocer objetos distintos o de independencia relativa de un fondo, hablaremos del reconocimiento de unidades (Sheptulin 1983; Novik 1983; Maturana y Varela 1984; Lahitte *et al.* 1989). Este operar sobre las diferencias, se establece inicialmente mediante la observación, el cual lleva consigo un proceso de recapitulación filogenética de la relación sociedad-naturaleza a través de la ontogenia del observador como parte de su praxis local. El hecho de diferenciar o separar, implica necesariamente la contextualización posterior de lo diferenciado a través de las propiedades en relación con las cuales el observador está involucrado. La pregunta que surge no es nueva; sin embargo, operacionalmente es fundamental dentro de la concepción monista sociedad-naturaleza. ¿Son objetivas las propiedades del objeto o son producto de la experiencia de la relación observador-objeto? Varios autores han propuesto que la validación del conocimiento no pasa por el postulado de objetividad de la realidad. A partir de la imposibilidad de distinguir entre ilusión y percepción, carece de fundamento pretender apoyarse en el objeto externo o realidad objetiva como factor de validación del conocimiento. De esta forma, en la ciencia no se explica el mundo, se explica la experiencia. De esta manera la realidad es el dominio de las cosas y, en este sentido, lo que se puede distinguir es real. Sin embargo, en el proceso de contextualización de lo diferenciado, el hecho de influir —como observador— sobre el objeto en relación, fija la conexión entre sí mismo y el entorno, además que esta influencia se efectúa a través de otro tipo de objetos, lo que produce nuevas relaciones entre objetos relativamente independientes. La idea en este trabajo no es profundizar en las bases de la gnoseología asociada a estas visiones, sin embargo, a nivel de una teoría general en la clasificación de unidades ecológicas-administrativas, en las propiedades de las relaciones de intercambio que se generan al interior de la unidad sociedad-naturaleza. Lo anterior reafirma la posición del observador en relación, como las propiedades generadas a través de la relación. Sin embargo, permite distinguir entre las propiedades inherentes y las aparentes o relacionales. Así, el observador tiene un criterio para optar por aquel conjunto de relaciones que fijen la conexión entre sí mismo y el entorno o, puesto de otra forma, por aquel conjunto de distinciones (mecanismo generativo) que, a través de su operar en la experiencia del observador, da como consecuencia la experiencia a explicar. Esta división entre descontextualización y conexión es superada a través del movimiento o percepción de cambio operado

sobre las propiedades de la relación que finalmente puede ser dirigida a mantenerse o a cesar.

La unidad fundamental en relación con la problemática actual del medio ambiente es aquella que reproduce en diferentes escalas espaciotemporales la relación sociedad-naturaleza. De esta manera, como base fundamental de nuestro análisis entenderemos la relación sociedad-naturaleza como una unidad irreductible e inseparable, o sea, desde una perspectiva monista. La idea central reviste un carácter contradictorio en términos de la base en que opera nuestra distinción de lo particular; esto es, que los límites revisten un carácter subjetivo, el cual debe ser superado, de acuerdo a la dinámica de producción de la unidad. Puesto de otra forma, los procesos periféricos no son separables de los procesos internos de la unidad, es más, son consustanciales. Lo relevante de esta perspectiva es su circularidad, o sea, no podemos enfrentar el análisis de un espacio concreto separando las categorías en sociales y naturales, lo que impone frente a un grupo multidisciplinario el aceptar la unidad como indisoluble. De esta manera, en términos metodológicos debería producirse un salto cualitativo hacia un enfoque transdisciplinario.

#### HACIA UNA UNIDAD RELACIONAL OPERATIVA

El alto grado de especialización y diferenciación interna de las sociedades actuales, reflejada en la actual forma y estilo de pensamiento, genera una inviabilidad en el método de reconstrucción del sistema sociedad-naturaleza, que hace inmanejable la incorporación del concepto de medio ambiente como parte de una distinción global en la relación sujeto-objeto (Mires, 1990; Malpartida, com. pers. 1994)

Basado en la dialéctica del todo y la parte, proponemos superar la idea de dimensión ambiental para establecerla como consustancial a la relación sociedad-naturaleza. El fundamento de establecer la consustancialidad en la relación sociedad-naturaleza surge de la imposibilidad de dimensionar el todo o medio ambiente como una entidad externa al operar social. Esta proposición surge como observación del comportamiento reproductivo del sistema económico, el cual es homogéneo en relación a la heterogeneidad de las combinaciones de recursos que ofrece cada territorio. De esta manera, la distinción del todo (medio ambiente) es relativa, y está en estrecha relación a la organización del sistema local sociedad-naturaleza, que se está estudiando. En base a lo anterior, no es posible explicar las condiciones de reproducción de un sistema de mayor jerarquía a partir de uno menor. Esto, fundamentalmente, por la pérdida de información que se produce en el cambio de escala.



Los sistemas de clasificación de la naturaleza son producto de la ciencia que los realiza (Gastó *et al.* 1990, 1993; Lahitte *et al.* 1989). Esto es, se basan en propiedades inherentes de la naturaleza, que son del dominio de alguna especialidad científica. La comuna, por ejemplo, es una clasificación propia de las ciencias administrativas. La aptitud agrícola o forestal de un suelo es una clasificación de las ciencias agroforestales. En resumen, la naturaleza reducida a sistemas, que son separados arbitrariamente para su estudio, es producto de la observación (Mires, 1990). La "aptitud" de los suelos para un uso determinado no considera a la sociedad involucrada con el recurso ni a las relaciones existentes entre sociedad y naturaleza.

La comuna es una subdivisión administrativa de un territorio (con una aptitud productiva global) determinada por un decreto administrativo que, incluso, es capaz de cambiar las potencialidades productivas de un recurso. En ocasiones, el uso del suelo ha pasado de una categoría a otra con la sola dictación de un decreto administrativo en el marco de una política de reconversión económica.

Los sistemas de clasificación convencionales obedecen a una concepción dualista de la naturaleza. No consideran la reciprocidad de la relación sociedad-naturaleza, ni el desarrollo de una en coordinación con la otra. Por el contrario, establecen potencialidades al sistema no-humano según los beneficios que pueda aportar para la sociedad humana que, además, está organizada también en forma arbitraria, independientemente de su entorno natural (Gastó, 1979).

Así, los recursos naturales son explotados según las necesidades de la sociedad que han sido determinadas a priori, y generadas político-administrativamente, son diferentes de las necesidades que surgen del desarrollo cultural de la sociedad como resultado de su relación con la naturaleza.

Se postula que la cultura es un producto de la relación sociedad-naturaleza y el conocimiento generado en esa relación, usado en la maximización de los procesos naturales, permite al hombre alcanzar estados superiores de desarrollo social y cultural.

Troll (Mires, 1990) señala que el riego artificial fue condición previa para el surgimiento de las culturas preincásicas en el oasis. No fue primero el imperio Inca y luego las unidades agrosociales (ayllús), sino que la articulación de los ayllús generó la macroestructura político-administrativa y ésta, a su vez, guardaba estrecha relación con las vinculaciones socioecológicas establecidas en los ayllús. La federación de ayllús, originó formas de dominación locales, luego regionales y finalmente al Estado, cuyo rol era centralizar la producción, para luego abastecer a todos los ayllús con productos de otras unidades, y transferir el conocimiento tecnológico a todo el Imperio. Lo social no estaba determinado por la naturaleza en virtud de la facultad del hombre

de modificar su entorno, pero sí es efectivo que el desarrollo social no podía prosperar si el precio era la destrucción de las unidades socioecológicas.

En este trabajo proponemos un sistema de clasificación del territorio basado en las relaciones sociedad-naturaleza. La idea central es el de lograr un marco referencial que permita articular esta atomización de partes, restableciendo la consustancialidad en la relación sociedad-naturaleza de manera operacional. La unidad ecológica deberá constituirse como una gestal y, dado que su posibilidad de ser distinguida está vinculada a la ontogenia y filogenia cognoscitiva de la sociedad, el momento de la percepción es de plena significación cultural (Laing, 1973; Morris, 1983; Lahitte *et al.* 1987; Mires, 1990). El elemento unificador es cultural, ya está dicho, en tanto a su significación se refiere; la unidad sociedad-naturaleza es atravesada por el eje articulador cultural, vale decir, para cada unidad existe un discurso inteligible que da cuenta de su operar. La forma de aprender su historicidad es la forma dialéctica, en tanto es la única manera de captar la relación como praxis en sus movimientos constitutivos. Atendiendo a la característica de la razón dialéctica, que capta al objeto a la vez que debe ser capaz de captarse reflexivamente (Sartre, 1963). Es este movimiento de la dialéctica el que nos faculta para comprender los momentos de la totalidad que es el ecotomo en su perspectiva temporal, vale decir, en su dimensión histórica.



## Capítulo 2

### Fundamentos del ordenamiento territorial

#### ELEMENTOS DE PLANIFICACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO

Toda sociedad o grupo humano tiene como uno de sus objetivos básicos el de alcanzar un régimen social de equilibrio, para lo cual debe dar respuesta a los problemas que ella presenta, resolviendo, en primer lugar, el problema económico, que surge de la constatación de que los recursos para la producción de bienes y servicios son limitados, en comparación con la existencia de superiores necesidades.

La forma en que se combinan los recursos de una sociedad para la resolución de las necesidades siempre crecientes es lo que se denomina "Modelo de Desarrollo". Un modelo de desarrollo puede ser concebido como la forma con la cual los agentes económicos y sociales combinan sus múltiples esfuerzos (inversión, consumo, ahorro, etc.) para superar o aminorar el desequilibrio entre las necesidades, la demanda y la oferta de bienes y servicios. De esta manera, es posible identificar en cada sociedad, formación social o sistema socioeconómico, determinados principios motores, que son el centro y la esencia de la racionalidad de ese sistema y que se articulan en el modelo de desarrollo. En consecuencia, cada sociedad es poseedora de un modelo dado de desarrollo, entendido como ese conjunto mínimo de variables analíticas que abstraen la racionalidad de esa sociedad en el tiempo.

El modelo de desarrollo requiere de ajustes permanentes que vayan guiándolo y señalándole una conducción en el mediano y largo plazo. El conjunto de mecanismos que aseguran la proyección en el mediano y largo plazo del modelo de desarrollo es reunido y sistematizado en el "Proceso de Planificación". De este modo, queda establecida la correspondencia unívoca entre sociedad, modelo de desarrollo y proceso de planificación.

El proceso de planificación tiene características que son propias del modelo de desarrollo, o bien, siguiendo la definición de Sunkel (1981) del "Estilo de Desarrollo". Así pues, un proceso de planificación es aquel que se plantea el ordenamiento superior del modelo de desarrollo en el mediano y largo plazo. Por su parte, el "Sistema de Planificación" corresponde a la traducción jurídico-administrativa del proceso de planificación en un determinado instante del tiempo.

La planificación aparece así como un instrumento que se da la sociedad a sí misma para proyectar y realizar el desarrollo. Según Salvat (1985), ésta es "la actividad o proceso racionalizador de los recursos sociales y naturales dirigido a obtener determinados fines". Se la puede considerar como la respuesta a la necesidad que tiene el hombre de organizar sus actividades y de racionalizar su entorno social y natural, en la búsqueda del progreso o desarrollo económico-social. De hecho, las tareas que les corresponde a los organismos encargados de los procesos de planificación, a nivel del Estado, se refieren al análisis de la evolución y de las perspectivas de las condiciones socioeconómicas, a la definición de los objetivos del desarrollo económico y social en el largo plazo y al análisis técnico del grado de coherencia existente entre esos objetivos y la disponibilidad (en cantidad y calidad) de recursos humanos, naturales y de capital (ILPES, 1990).

De todo esto se deduce que la planificación no es tan sólo una técnica optimizadora de recursos, o una técnica seleccionadora de alternativas dentro de un campo de factibilidad, sino que, además, tiene referencias en lo social y en los principios fundamentales de la economía.

Chadwick (1973) es claro al plantear que "la planificación es un proceso de reflexión y acción humana basada en esa reflexión – en realidad premeditación o reflexión para el futuro". En la medida en que la planificación está orientada hacia el futuro, ella es optimista, pues supone la capacidad del hombre para controlar su propio destino, a lo menos dentro de ciertos límites. En este sentido, es fundamental tener siempre presente el hecho de que la planificación la hace el ser humano para el ser humano.

La planificación no debe verse restringida a una simple función racionalizadora y orientadora en el proceso de asignación de recursos. Mas bien se la debe concebir como un conjunto de acciones concertadas y orientadas conscientemente a la transformación de un sistema, a partir de una imagen del futuro. Una imagen objetivo que esencialmente constituye un modelo hacia el cual la sociedad desea avanzar (Carrizosa, 1982; Bifani, 1982).

Esto implica que, dado un determinado sistema socionatural, la sociedad desea interferir en su dinámica, con el claro propósito de alterar sus resultados. Un ejemplo de



esto es el proceso de planificación del territorio, definido en términos de una intervención de carácter voluntaria y coordinada, llevada a cabo por la sociedad, en un marco espacial concreto y preciso, con el claro objetivo de alcanzar una distribución armoniosa de los hombres y de las actividades que ellos realizan.

Cuando se decide intervenir la dinámica del sistema, se afecta además a todos los otros sistemas y subsistemas con los cuales aquél interactúa. Dado este carácter del proceso, se pueden verificar nuevos impactos, producto de mecanismos de retroalimentación, tanto sobre su estructura como sobre su funcionamiento.

De esta manera, el proceso de planificación constituye una intervención deliberada sobre el mundo real. Este debe concebirse como un sistema de alta complejidad, constituido por dos subsistemas: el natural y el social. Ambos están fuertemente interrelacionados y entre ellos se manifiestan importantes flujos de masa y energía, como resultado de su condición de sistemas eminentemente abiertos, llegando a constituir una sola unidad, de carácter socionatural o biosocial.

Lo anterior lleva a Bifani (1982) a afirmar que como resultado o manifestación de estos flujos de información, materiales y energía, existentes entre los dos subsistemas, se produce un "mutuo condicionamiento y cambio a lo largo de un proceso histórico". Por ello es que no se puede establecer una separación entre la naturaleza y la sociedad, percibiéndose en cambio un continuo natural-social. Es la unidad, la interpenetración de estos subsistemas, lo que constituye la manifestación espacial concreta de las interacciones entre el hombre y el medio, es decir el territorio, elemento focal de la planificación espacial.

Estos dos puntos centrales del proceso de planificación: su carácter sistémico y su dimensión territorial, han sido ignorados en el proceso de planificación tradicional, el cual ha tenido características sectoriales y ha sido elaborado para un espacio adimensional, prácticamente en el vacío (Bifani, 1982; Meckelein, 1986).

Por ello es que se tiende a desconocer los efectos que se producen sobre el medio natural, debido a la creciente presión generada por la producción y el consumo, llegando incluso a comprometer seriamente las posibilidades de un desarrollo sostenido, al superar los umbrales de resiliencia de los geosistemas hasta comprometer sus capacidades de sustentar la vida humana.

Teniendo entonces en cuenta que el proceso de planificación así entendido corresponde propiamente a lo que Neef (1984) llamaba "una transformación cuyo origen se sitúa en la transferencia de un proceso, desde la esfera social a la naturaleza", éste deberá propender a la armonización de los objetivos sociales con las características

del sistema natural. Para ello resulta de primordial importancia alcanzar el mejor conocimiento y comprensión posibles del medio ambiente, entendido como un sistema de alta complejidad y de características siconaturales.

La preocupación por incorporar conceptos ambientales (y específicamente relativos a las características de la naturaleza) en la planificación se ha originado principalmente en la crisis ecológica y ha coincidido con los movimientos ambientalistas de las últimas décadas. Su trascendencia radica en que el medio físico constituye una variable de gran importancia en el sistema global. Si la planificación del desarrollo lo que busca es intervenir precisamente ese sistema global, debe incorporar la perspectiva ambiental, toda vez que se trata de una concepción holística, dentro de la cual se condicionan y relacionan los procesos sociales y económicos (Carrizosa, 1982). Esta dimensión ambiental tiene la propiedad de ser transversal, es decir, que trasciende el enfoque sectorial tradicional, por lo que puede ser concebida como una "meta-dimensión".

Esta concepción ha estado expresamente excluida del proceso planificador, debido al enfoque netamente economicista que caracteriza a ese proceso. En la medida en que los elementos del medio ambiente no han sido expresados en términos cuantitativos y específicamente monetarios, su incorporación a este enfoque reduccionista ha sido impracticable. Como consecuencia de esto, se han acrecentado las disfuncionalidades entre la sociedad y la naturaleza y se ha incurrido en errores que han llegado a tener caracteres catastróficos, al desconocer las leyes que rigen el funcionamiento del sistema natural; al no advertir la absoluta falta de correspondencia entre el tiempo social y el tiempo natural; al no minimizar las tensiones entre oferta natural y demanda social. Al respecto, Carrizosa (1982) señala que "la imposición de sistemas rígidos de extracción y transformación de energía, eficientes en el corto plazo, afecta la eficiencia de la producción natural en el largo plazo y puede aumentar la entropía del sistema integral".

### LA DIMENSIÓN TERRITORIAL

El proceso de planificación posee una expresión espacial que lo hace adquirir una dimensión territorial, en la medida en que se entiende al territorio como el espacio en el cual se manifiesta la interrelación sociedad-naturaleza. Este concepto tiene una implicancia valórica, en la medida en que refleja la "apropiación" del espacio por el hombre, su internalización y su transformación en un espacio vivencial.

Al interior del territorio, la interrelación entre los sistemas natural y social toma dos formas principales, según Bifani (1982). Una de ellas corresponde a una adaptación



del sistema social a las restricciones y potencialidades del sistema natural. La otra es la gestión y transformación de la naturaleza por la sociedad, en función de sus objetivos y sus capacidades científicas, técnicas y organizativas. En ambos casos se trata de una acción de la sociedad sobre la naturaleza, por lo cual se destaca nuevamente la necesidad de conocer a cabalidad los procesos que caracterizan al sistema natural, a fin de que su intervención no redunde en un deterioro y en un freno al proceso de desarrollo.

Para la planificación del territorio existen dos aspectos fundamentales que es necesario conocer respecto al sistema natural: su estado (estructura y función) y su comportamiento frente al cambio. Conocer el estado del sistema permitirá prever qué elementos podrán sufrir impactos o cambios al modificarse determinadas condiciones en otras partes del sistema global. Por su parte, el concepto de cambio (asociado al de resiliencia y homeostasis) permite analizar la existencia de mecanismos cibernéticos de retroalimentación, los cuales pueden explicar efectos secundarios, terciarios o colaterales, derivados de cualquier alteración y movilizados a través de la red de interacciones.

El concepto de cambio alcanza una gran importancia en la planificación, por cuanto justamente lo que se persigue es conseguir una modificación del estado actual del sistema. La posibilidad de que este cambio sea controlado y produzca los resultados deseados depende del grado de conocimientos que se haya alcanzado respecto a la estructura y conducta del sistema natural. La aplicación incontrolada de ciertos estímulos puede provocar respuestas muy diferentes a las esperadas en el sistema natural, con alteraciones tanto en su estructura como en su funcionamiento y con repercusiones sobre la sociedad y su proceso de desarrollo (Bifani, 1982).

### LEVANTAMIENTO INTEGRADO DE TIERRA

La planificación del uso del territorio tiene como una de sus más importantes finalidades la de orientar el proceso de toma de decisiones, de tal manera que se consiga obtener el mejor uso posible para los objetivos del hombre, al mismo tiempo que se asegure la permanencia en el tiempo de las capacidades productivas del sistema natural. Es decir, se trata precisamente de lograr la tan ansiada armonía entre la sociedad y la naturaleza, en un marco espacial concreto como es el territorio.

Un territorio puede concebirse como la resultante exterior de un conjunto intrincado y complejo de interacciones entre la sociedad y la naturaleza. Por lo tanto, está compuesto por una suerte de superposición de diferentes capas de información: fisicobiológicos (clima, relieve, vegetación, etc.) y culturales (población, asen-



tamientos, usos del suelo, etc.). Por ello, desde una perspectiva tradicional, resulta pertinente el análisis de cada uno de estos planos por separado, para después tratar de llegar a una síntesis final, que exprese la globalidad del territorio en estudio.

Sin embargo, y precisamente por tratarse de un sistema caracterizado por las interrelaciones, el territorio no puede estudiarse por la simple agregación de los elementos que lo constituyen. Sus propiedades sinérgicas hacen necesaria la incorporación del concepto de organización. Conociendo dicha organización y, por lo tanto, la malla de relaciones de los elementos físicos y humanos, se podrá lograr una eficiencia mayor en la intervención y control del sistema global. En estos términos, el sistema global se corresponde con el concepto de geosistema, tal como fue propuesto por la escuela soviética de geografía (Isachenko, 1973).

Con el objeto de conseguir una aproximación al geosistema, como un todo, se han desarrollado una serie de metodologías que se pueden resumir en la identificación de unidades territoriales homogéneas. La base de esta aproximación se encuentra en el hecho de que la manifestación espacial explícita de las interrelaciones que caracterizan al geosistema se puede visualizar en los patrones de organización del espacio, tanto en lo que respecta a los fenómenos fisicobiológicos como a los humanos. De esta manera, lo que se busca es individualizar los patrones espaciales recurrentes, en el convencimiento de que ellos reflejan la información ambiental en forma integrada (Howard y Mitchell, 1980). Una ventaja adicional de esta metodología la constituye el hecho de que esos patrones son susceptibles de ser distinguidos en imágenes del territorio, obtenidas, por ejemplo, con sensores remotos.

Según Gómez (1980), existen dos procedimientos principales para la identificación de estas unidades homogéneas. En primer lugar, mediante un proceso de tipo secuencial, en el cual se divide el territorio, primero sobre la base de aquellos factores que engloban conceptos amplios, para luego subdividir sucesivamente, según conceptos más restringidos, o que operan a menor escala. El segundo procedimiento se apoya en el reconocimiento de los sistemas de relaciones (ecosistemas) a través de una proyección integrada del territorio, cuya delimitación y representación cartográfica se ajusta al nivel de detalle del estudio.

De esta manera, entonces, se procede a partir de la identificación de estas unidades, las cuales poseen un nivel homogéneo de organización interna, tanto en lo que respecta a su estructura como a su funcionamiento, y una proyección espacial de esa organización. Se presentan, además, estructuradas en jerarquías, por lo cual se pueden agrupar y subdividir. Esto permite la elaboración de Sistemas Territoriales, que van desde la Región (máxima generalidad) hasta la Faceta (unidad básica), o a mayor detalle aún, Subfaceta y Elementos.



Desde la perspectiva de la planificación del uso del territorio, esta metodología entrega una serie de antecedentes, en forma agregada, para cada unidad. Se debe recordar que ellas se conciben como subsistemas del territorio y, por lo tanto, mantienen la información en forma integrada y no disociada en componentes parciales. Es posible entonces determinar rápidamente las características físicas generales de un territorio, e incluso se puede llegar a determinar el valor de parte de él, desde algún punto de vista específico, como para que sea sometido a un nivel de estudio más detallado. De ello se deduce que cada una de estas unidades homogéneas tiene una misma condición de equipotencialidad y, por lo tanto, una misma unidad, una faceta, por ejemplo, presenta similares restricciones y potencialidades, dondequiera que se encuentre dentro del territorio en estudio. Esto implica que las posibilidades de uso y las especificaciones de manejo pueden ser las mismas.

La principal ventaja de este método radica en la rapidez con que se logra una imagen integrada del territorio objeto de intervención, así como su consecuente bajo costo. Sin embargo, sus resultados tienen más bien un carácter de reconocimiento y por lo tanto no permiten tomar decisiones específicas, sin antes recoger mayores antecedentes. Estos, sin embargo, pueden ser determinados en forma más fácil y eficiente, gracias a que ya se dispone de información acerca de la organización de los sistemas. Entre las críticas, se puede destacar el hecho de que se trata de una aproximación más bien estática y cataloguizante, además de pasar por alto las variaciones locales de los fenómenos, en la medida en que el sistema se fundamenta en los contrastes evidentes entre patrones espaciales.

El desarrollo moderno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de las bases de datos georreferenciadas ha dado, por su parte, una nueva posibilidad de análisis del territorio, a partir de los diferentes planos individuales de información. En efecto, por medio de estas tecnologías es posible manejar en forma automatizada numerosos planos de información, correspondiendo cada uno de ellos a uno de los elementos del geosistema. La dificultad de lograr una imagen sintética a partir de la información desagregada es superada gracias al procesamiento automático de los datos. Esto tiene la ventaja adicional de poder incorporar o modificar la data, así como de hacer intervenir criterios valoradores o cualquiera otra alteración que se quiera introducir a los planos individuales o a las combinaciones que de ellos se decida hacer.

Con esta nueva tecnología, el procedimiento tradicional de inventario logra superar todas sus limitaciones y puede transformarse en un efectivo procedimiento de análisis integrado del ambiente.

## EVALUACIÓN DEL TERRITORIO

El enfoque del análisis integrado del territorio se basa en que el paisaje visible no es más que un fenosistema, es decir la manifestación de un geosistema subyacente, que puede caracterizarse por sus funciones. La unidad ambiental homogénea es una síntesis de numerosas características, justificándose por la redundancia o repetibilidad de ellas y la relativa homogeneidad del sistema así construido. Dado lo anterior, con este enfoque se consigue la información fundamental para hacer una evaluación del territorio o evaluación de tierras. Esta evaluación corresponde al proceso de estimación del potencial del territorio para uno o varios usos, puesto que los planes de desarrollo territorial pueden estar orientados a un propósito particular o bien ser amplios y con un contenido integrador. En este último caso, es preferible hablar de un manejo integrado del territorio o, como lo señala Isachenko (1973), del "diseño de un paisaje cultural".

La evaluación de tierras se orienta básicamente a la determinación del valor del ambiente natural para la sociedad humana, en unidades espaciales determinadas (Zonneveld, 1972). En este sentido, debe basarse en observaciones objetivas del medio, tanto natural como construido por el hombre. De esta manera, la evaluación de tierras significa traducir, en términos de valor, la clasificación de tierras que se pueda haber establecido. Dicho valor es determinado por el grado de satisfacción que pueda alcanzar el ser humano, la que a su vez depende del tipo y cantidad de esfuerzo que se requiere para explotar aquello que debe ser explotado.

Cuando el estudio del territorio se hace a nivel de avance o de pequeña escala, Gómez (1980) recomienda identificar áreas de diagnóstico, que son grandes unidades territoriales de carácter operativo, sobre las cuales se puede establecer un sistema completo de recomendaciones, en términos tanto de vocaciones como de compatibilidades e incompatibilidades de uso. Este nivel de resolución resulta también de gran utilidad en la llamada "planificación restrictiva", es decir, cuando el plan señala específicamente qué es lo que no se debe hacer en un área determinada, en términos de uso y localización de desarrollos.

Para establecer las áreas de diagnóstico, se debe partir de algunos factores que manifiestan un mayor control en función de los objetivos que se persiguen con el plan de desarrollo. Tales factores relevantes deben ser seleccionados de entre aquellos que indiquen en mejor forma los cuatro componentes básicos de la calidad ambiental, vale decir: natural, productivo, perceptual y de fragilidad (tanto a la contaminación como a la erosión). De esta forma, cada punto del territorio puede definirse y caracterizarse a partir de uno de los cuatro factores señalados, específicamente de aquel que resulte más restrictivo al uso.



En este contexto, las cartas de aptitud de la tierra que resultan de estos procedimientos son interpretaciones gráficas de las características de áreas específicas con relación a usos particulares. Ayudan a resolver conflictos entre limitaciones impuestas por el ambiente natural y los requerimientos de los usos propuestos, advirtiendo sobre áreas problema y conduciendo el desarrollo a usos más óptimos. De esta manera se toma en consideración el conjunto de limitaciones que impone la naturaleza del territorio y se permite al planificador, asignar los usos específicos que son posibles en dichas áreas (Zaporozec y Hole, 1976).

### METODOLOGÍA GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN

La metodología de la planificación se puede definir como un conjunto de fases sucesivas que se plantean la comprensión de una realidad dada y el diseño y programación de su alteración para un determinado espacio de tiempo que media entre ambas situaciones, inicial y final. Según Chadwick (1973), al aplicar los principios del método científico a la definición de lo que él llama un "modelo racional de planeamiento sistémico" resulta el esquema que se presenta en la figura 2.1.

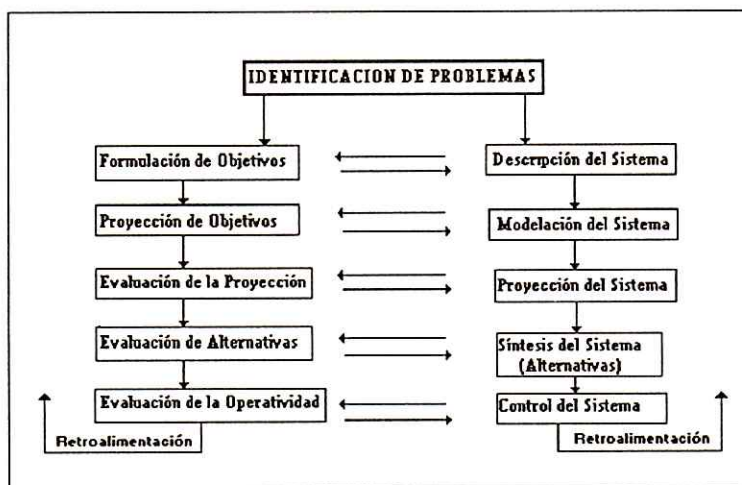


Figura 2.1. Modelo de Planificación Sistémica, según Chadwick, 1973

El proceso planificador es expresado en forma de etapas secuenciales y se presenta la estructura metodológica que muestra la figura 2.2, que se desglosa como sigue:

- a) Definición de la situación diagnóstica de la realidad. Clarificación y especificación de la situación inicial, especialmente orientada al proceso de descubrimiento de las leyes internas de funcionamiento del sistema estudiado.

- b) Definición de la situación objetivo, en consideración de la situación inicial y del tiempo que deba mediar entre ella y la final.
- c) Definición del campo de alternativas. Será el conjunto de vías mediante las cuales es posible pasar desde la situación inicial a la situación objetivo.
- d) Definición de criterios de selección de alternativas.
- e) Definición de la alternativa óptima.
- f) Definición del marco de programación de la alternativa óptima. Esta fase representa el desglose de la alternativa en sus actividades principales.
- g) Desarrollo o ejecución de la alternativa.
- h) Control y evaluación de la alternativa en realización.
- i) Retroalimentación.

En el mismo sentido, McLoughlin (1971) plantea un esquema más orientado a lo operacional y concebido como un ciclo continuo :

- a) Exploración del entorno.
- b) Formulación de planes y objetivos.
- c) Examen de los posibles cursos de acción para alcanzar los objetivos y avanzar hacia los fines.
- d) Evaluación de los cursos alternativos.
- e) Acción.
- f) Revisión del plan y sus mecanismos de control.

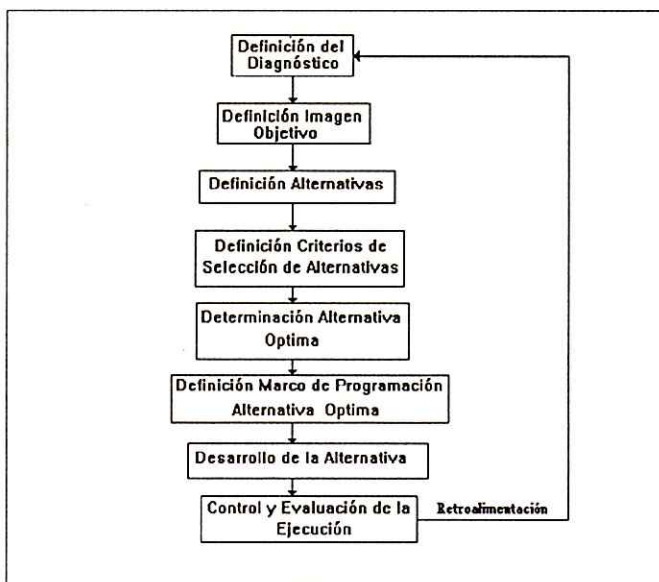


Figura 2.2. Metodología del Proceso de Planificación, (Chadwick 1973).

## FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

La formulación de los objetivos perseguidos con el plan, junto con marcar el inicio del proceso planificador, se constituye en una de las etapas fundamentales y cruciales del proceso de planificación. El planeamiento puede considerarse esencialmente como un proceso de determinación de objetivos y previsión de los medios necesarios para lograr la consecución de dichos objetivos, de lo que puede deducirse que si los objetivos son planteados en forma errónea, el plan resultará erróneo.

Un objetivo puede concebirse como un fin al que tiende un designio, un anhelo o propósito. En este sentido es más un estado deseable que un valor (Chadwick, 1973). De hecho, el individuo posee un conjunto de valores desde los cuales deriva unos determinados fines y es de estos fines de donde surgen los objetivos concretos, que son la meta de la acción, el punto que se pretende alcanzar. Es por ello que Chadwick (1973) indica la existencia de una jerarquía esencial, en cuya cima están los valores, luego los objetivos y los objetivos concretos, pasando luego a las normas y criterios.

En este mismo contexto, Galilea (1973) conceptualiza los objetivos generales del plan como una función objetivo y la define como “el conjunto de valores que, transcurrido un instante de tiempo determinado, asumen las variables principales del diagnóstico. Es el conjunto de condiciones límites que le asignamos al sistema que representa el problema para que cumpla en un plazo dado de tiempo”.



De esta manera, resulta lógica la necesidad de una clara y precisa definición de objetivos, como una forma de garantizar la existencia de patrones respecto de los cuales evaluar las alternativas y los logros del plan. Debe existir consistencia y concordancia entre las variables que han sido definidas como significativas para fines del diagnóstico y aquéllas de la función objetivo. Objetivos poco claros o muy amplios, dificultan el proceso de evaluación. Asimismo, es conveniente que los objetivos sean formulados en términos lo más concreto posibles, de manera que resulten fáciles de instrumentalizar.

Se puede concluir, entonces, que la formulación de objetivos se constituye en el verdadero "quid" del proceso de planificación. En la medida en que se disponga de objetivos claramente establecidos, será posible contrastar los logros del plan y así evaluar las alternativas de acción.

En cuanto a la formulación de los objetivos, resulta conveniente recurrir al hecho de que ellos poseen una estructura de tipo jerárquica, de modo que se puede comenzar por identificar los niveles más altos de la jerarquía y de allí, por argumentación lógica, deducir los niveles subsecuentes. Con el fin de identificar los objetivos, es necesario requerir del "cliente" la mayor precisión posible en la definición de su problema, puesto que en él quedará implícita la existencia del objetivo perseguido.

Teniendo en cuenta lo anterior, Chadwick (1973) sugiere los siguientes pasos metodológicos en la formulación de objetivos :

1. Identificación de los clientes.
2. Identificación de la distribución de valores entre los clientes.
3. Disponer los objetivos en orden jerárquico.
4. Establecimiento de medidas o estándares relativos a cada objetivo.
5. Aplicación de ciertas medidas a los objetivos para su conversión en objetivos concretos.
6. Expresión del problema de planeamiento como una serie de requerimientos a satisfacer.
7. Diseño de los medios necesarios para alcanzar los objetivos concretos: el plan.
8. Evaluación de los medios.

Los objetivos que se logren identificar pueden ser expresados en forma cuantitativa o cualitativa, pero en cualquier caso deben ser susceptibles de evaluación. Esto implica

que, mediante algún procedimiento de medición, sea posible determinar el grado de satisfacción de los objetivos. La evaluación en cuestión puede ser hecha por medio de la aplicación de escalas o bien por la definición de umbrales de satisfacción que determinen un nivel mínimo o máximo que debe alcanzarse para considerar lograda la satisfacción del objetivo.

A la hora de evaluar los logros, es necesario tener presente que los objetivos varían en cuanto a su comparabilidad, dependiendo de su nivel en la jerarquía de objetivos y de la naturaleza misma de ellos. Esto, junto al hecho de que no pocas veces ocurre que se formulan objetivos que conllevan un margen de contradicción, hace recomendable un trabajo previo o inicial de compatibilización y de priorización de los objetivos (Galilea, 1973).

El problema de la comparabilidad y de la jerarquización y priorización de los objetivos se relaciona estrechamente con la "importancia relativa de los objetivos", la que implica algún tipo de ponderación que se les deberá aplicar, con el propósito de hacer más comparables las evaluaciones. Al respecto, Chadwick (1973) señala que "una medida de la importancia relativa de los objetivos es difícil de obtener, pero resulta importante evaluar las acciones propuestas frente a todos los objetivos en cuanto a la mezcla de totales; es decir, que la distribución de todos los resultados de acciones particulares, en vez del total, puede ser el criterio apropiado para la decisión".

Una estrategia posible de seguir para ponderar la importancia relativa de los objetivos propuestos consiste en la confección de una escala ordinal, a través de un procesamiento de la opinión de un panel de expertos. La tabla siguiente recoge los resultados de la consulta de opinión a un conjunto de ocho expertos, a quienes se les solicitó ordenar seis objetivos previamente formulados, según sus criterios de importancia relativa. El objetivo de mayor importancia ha sido indicado por el valor 1 y el de menor importancia por el 7 (Tabla 2.1).

Tabla 2.1

OBJE- TIVO	OPINION DE LOS EXPERTOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	3	5	3	3	3	3	5	2
B	2	1	1	2	2	1	2	1
C	4	4	5	4	4	4	3	4
D	7	6	6	6	7	7	7	5
E	5	3	4	5	5	5	4	6
F	6	7	7	7	6	6	6	7



El segundo paso consiste en sumar horizontalmente los puntajes asignados a cada objetivo, eliminando los valores extremos superior e inferior. En la Tabla 2.2 se muestran los resultados.

Tabla 2.2

OBJETIVO	VALOR
A	20
B	9
C	24
D	39
E	28
F	39

Una tercera etapa consiste en expresar estos valores en forma de porcentajes respecto al total, luego calcular el inverso del valor y multiplicarlo por 100 (Tabla 2.3)

Tabla 2.3

OBJETIVO	VALOR	%	PESO
A	20	12,6	8
B	9	5,7	17,5
C	24	15,1	7
D	39	24,5	4
E	28	17,6	6
F	39	24,5	4
TOTAL	159	100,0	

De lo anterior resulta entonces la siguiente ordenación y ponderación de los objetivos sometidos a la opinión del panel de expertos (Tabla 2.4).



Tabla 2.4

	OBJETIVO	PESO
1.	B	17,5
2.	A	8
3.	C	7
4.	E	6
5.	D	4
6.	F	4

Estos antecedentes son de gran utilidad en el proceso de evaluación de alternativas, teniendo como indicador el hecho de que cada uno de los objetivos que se pretende satisfacer tiene un peso o importancia relativa y, por lo tanto, ello debe verse reflejado en la calidad de la alternativa. Por lo demás, como se verá más adelante, los procesos de evaluación de las alternativas se basan en consideraciones similares a las descritas.

## INVENTARIO

La recolección de información para el inventario de los recursos naturales y humanos de un territorio constituye una etapa de gran significado en el proceso de planificación, en la medida en que las restantes etapas se sustentarán en ella. Dada esta relevancia, resulta de gran conveniencia que los datos que se recojan guarden estrecha relación con los objetivos prefijados para el proceso de planificación.

En la realización del inventario se incluyen las fases de prospección y recolección de datos, su tratamiento y elaboración, y la expresión final de los resultados del inventario. Para cumplir con estas tareas existen varias herramientas auxiliares de gran importancia, entre las que destacan la percepción remota, el almacenamiento y tratamiento automático de los datos, la cartografía automática y los sistemas de información geográfica.

Para salvaguardar la óptima realización del inventario y del diagnóstico subsiguiente se debe asegurar que los datos que componen el inventario cumplan, a lo menos, con los siguientes requerimientos:

- a) Que sean significativos respecto a los objetivos del proceso de planificación.

- b) Que resulten operativos, es decir utilizables en planificación. Toda aquella información que se encuentra en forma descriptiva y cualitativa deberá transformarse en indicadores operativos.
- c) Que sean fácilmente obtenibles. Se debe evitar la información que requiere mucho tiempo de observación. En lo posible, los datos deben ser reconocibles en fotogramas u obtenibles mediante rápidas prospecciones de campo.
- d) Que sean precisos y de calidad garantizada. Además, deben resultar relevantes para cada una de las fases del programa.
- e) Que estén sujetos a una estandarización que haga posible la comparación.

Los datos que se recopilan en el proceso de inventario deben orientarse a la integración que entre ellos se pueda hacer, puesto que el medio objeto de tal inventario es un sistema. En atención a esto, un plan de recogida de datos o de inventario debe tener en cuenta las siguientes tareas o aspectos:

- a) Consideración de los objetivos del plan.
- b) Recopilación y revisión de la información existente, a fin de detectar los posibles vacíos.
- c) Decidir los datos a relevar.
- d) Coordinar los diferentes equipos de prospección.
- e) Establecer un orden de prelación lógico entre los inventarios de datos que tengan relación de dependencia.
- f) Evitar redundancia en cuanto a la información de datos correlacionados.
- g) Establecer un sistema de representación y expresión de los datos, que facilite su posterior tratamiento y utilización.
- h) Definir el grado de detalle o nivel de percepción con que deben tomarse los datos.
- i) Ensayar los procedimientos de recolección sobre áreas piloto.
- j) Especificar la época óptima de recogida de los datos.



Una vez satisfechos estos planteamientos básicos, se puede enfrentar la realización concreta del inventario, optando por alguna de las dos estrategias siguientes:

- a) Enfoque comprensivo, en el cual se estudia en forma sistemática todo el territorio y todos los parámetros que se consideran útiles.
- b) Enfoque estratégico, que a su vez se expresa en las siguientes opciones: i) se estudia todo el territorio bajo el prisma de algunos factores controlantes o claves, es decir de unos pocos parámetros que condicionen en mayor medida las aptitudes e incompatibilidades de uso y que se seleccionan sobre la base de los objetivos perseguidos; ii) se estudian en forma comprensiva algunas áreas seleccionadas por razones de conflictividad (ejes de expansión de grandes ciudades, zonas de gran valor que pueden verse amenazadas, etc.), o de política de ordenación territorial. El resto del territorio se estudia en forma simplificada; iii) puede hacerse una doble discriminación, por áreas y por variables. Se estudiarán así algunas variables en unas áreas y otras en otras zonas.

En lo que se refiere a las variables a inventariar, por supuesto que resulta difícil determinar a priori, y en general, cuáles son las más importantes y las que deben ser incorporadas al estudio. No obstante, Gómez (1980) plantea que, en términos generales, las variables que se inventariarían pueden ser reunidas en cuatro grupos, que siempre estarán presentes: las relativas al medio inerte, las relativas al medio biológico, las relativas al medio perceptual o paisaje y las relativas a las actividades humanas.

Todas estas variables permiten generar información necesaria para la identificación de biotopos, ecosistemas, unidades ambientales homogéneas o unidades temáticas, o bien aspectos orientados a la evaluación del impacto ambiental. En todo caso, se trata de información que hace posible conocer la estructura y comprender el funcionamiento del sistema territorial en estudio.

Las llamadas variables del medio inerte corresponden a información de clima, fisiografía e hidrología. Los datos climáticos se consideran en la medida en que condicionan decisivamente la evolución de los ecosistemas, tanto en los aspectos físicos como en los biológicos, así como en la forma de utilización antrópica de ellos. Es necesario hacerlos operativos mediante algunos parámetros complejos, como la capacidad dispersante de la atmósfera y el grado de confort climático, por ejemplo.

Los datos referidos a la tierra o variables fisiográficas quedan expresados para la planificación en los siguientes aspectos:

- a) Forma del terreno: altimetría, pendiente, red y cuencas de drenaje.
- b) Geomorfología descriptiva, que defina unidades fisiográficas y estabilidad natural del terreno.
- c) Edafología, traducida en capacidad de uso agrícola, por ejemplo.
- d) Recursos minerales.
- e) Recursos culturales: sitios geológicos y paleontológicos.
- f) Suelos de fundación.
- g) Procesos (solifluxión, erosión, lavado, transporte de sedimentos).
- h) Otros (exposición, rugosidad, transitabilidad, etc.).

En cuanto a las variables hidrográficas, ellas se refieren tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas, y deben dar cuenta de los siguientes aspectos:

- a) Agua superficial: cursos de agua, fuentes, lagos, embalses, capacidad de autodepuración.
- b) Agua subterránea: localización y posibilidades de utilización, áreas de recarga y vulnerabilidad a la contaminación.
- c) El medio marino: inventario de recursos y posibilidades de uso, capacidad para asimilar los vertidos contaminantes.

El medio biológico queda representado básicamente por variables referentes a:

- a) Vegetación, entendida como un indicador de las condiciones ambientales del territorio.
- b) Fauna, inventariada con apoyo de su dependencia a los biotopos, ya que de otra manera resultaría extremadamente dificultoso. Los biotopos a su vez serán definidos por la vegetación, la geomorfología, el agua, o la acción antrópica.



Para inventariar el medio perceptual o paisaje, se recomienda tratarlo en dos aspectos:

- a) Paisaje intrínseco, entendido como la percepción que de una unidad de paisaje obtiene un observador, situado en cualquier punto desde el que esa unidad es accesible a la percepción polisensorial.
- b) Potencial de visualización, referido a la posibilidad de apreciación del paisaje circundante.

El primer concepto se refiere más bien a la belleza escénica, pero combinado con el de cuenca visual, es decir posibilidad de ser visto desde un mayor número de lugares. El segundo corresponde más bien a miradores u observatorios de paisaje.

Por su parte, entre las variables relativas a la actividad humana se incluyen:

- a) Cultivos y otros aprovechamientos.
- b) Productividad y/o rentabilidad agraria.
- c) Infraestructura de transporte.
- d) Minería y canteras.
- e) Caza y pesca continental.
- f) Pesca oceánica.
- g) Equipamiento recreativo.
- h) Distribución de asentamientos.
- i) Degradaciones existentes.
- j) Niveles de contaminación del aire, el agua y el suelo.

A esta nómina, deben agregarse los paisajes y equilibrios conseguidos en virtud de la acción del hombre, manifestada en el uso ancestral del suelo.

Los datos generados por el inventario se pueden expresar por medio de mapas temáticos, que representen los índices o parámetros utilizables directamente en las fases correspondientes al diagnóstico. En términos generales, se pueden mencionar dos grandes estrategias para la representación de los datos del inventario:

- a) Cuando la prospección se orienta hacia la consideración aislada de cada uno de los aspectos o las dimensiones del medio objeto de inventario, se presentan tantos mapas temáticos como variables tiene el inventario.
- b) Cuando la prospección se centra en el reconocimiento del orden y la estructura del territorio, el inventario adopta la expresión de mapas que representan la clasificación del territorio en unidades intrínsecamente homogéneas.

## DIAGNÓSTICO

La etapa de inventario tiene un carácter fundamentalmente descriptivo, su objetivo es dar cuenta de lo existente. El diagnóstico, en cambio, consiste básicamente en la interpretación del inventario, de forma de generar la información necesaria para la predicción de la respuesta o reacción del medio ante diferentes tipos de utilización. Se trata también en esta etapa de establecer la calidad ambiental de cada punto del territorio, llegando a determinar el valor ambiental del territorio como un todo. En el fondo, la etapa de diagnóstico se propone transformar los datos del inventario en información para la ordenación y gestión territorial. La importancia de este proceso de valoración del medio radica en que informa sobre la calidad del territorio. De esta manera, como se ha dicho, es posible llegar a comparar entre sí los diferentes puntos o unidades que lo componen, permitiendo pasar a la etapa superior de la predicción. Desde luego que la determinación de este valor del medio constituye un complejo problema metodológico, pero su trascendencia justifica el esfuerzo necesario para encontrar una solución.

En el fondo del problema está la concepción del valor de un territorio para el grupo humano que lo utiliza. En ese contexto, la calidad o grado de excelencia de un punto del territorio o de un recurso determinado no es sino el mérito que éste tiene para no ser destruido o, lo que es lo mismo, el mérito para ser conservado, entendiendo la conservación como uso sostenido en el tiempo y en el espacio. La idea de calidad ambiental que conduce este proceso de valoración, fundamental dentro del diagnóstico, va estrechamente ligada a la idea de conservación de los recursos.

Pese a la importancia de la fase de valoración, debe aclararse que no todos los recursos requieren ser sometidos a ella. El análisis se debe centrar en aquellos que realmente intervienen, en forma significativa, en el proceso de planificación, o bien en los que se sabe que son altamente susceptibles de sufrir los impactos de las obras o de los usos a localizar.



En un punto o en una unidad homogénea coexisten varios aspectos sectoriales, cuya integración da como resultante la calidad ambiental de ese punto o unidad. Desde esta perspectiva, Gómez (1980) recomienda considerar tal calidad como un vector, cuyos componentes son sus aspectos o dimensiones, que pueden coincidir con los recursos objeto de inventario. De la integración de los valores de los elementos que constituyen el vector de calidad ambiental, se puede llegar a la determinación de un valor ambiental global.

Debe tenerse en claro que no siempre es necesario llegar a determinar este valor. Por lo demás, su cálculo ofrece importantes dificultades, no obstante las cuales, resulta interesante llegar a su conocimiento y medición. Una primera forma de conocer el valor ambiental agregado consiste en la simple suma de los componentes del vector. Sin embargo, se sabe que el problema es mucho más complejo, porque es necesario, en primer lugar, homogeneizar los valores individuales y luego ponderar la importancia relativa de unos recursos respecto de los otros, en función de los objetivos del plan.

El problema de la homogeneización de los valores sectoriales puede solucionarse sobre la base de expresar el valor de cada uno de los recursos en unidades de valor intrínseco de conservación, entendiéndose por tal, el mayor o menor mérito de las diferentes clases de cada recurso para ser conservadas (Gómez, 1980). Esta solución requiere una transformación de las valoraciones asignadas a cada recurso, en puntuaciones que expresen relaciones cuantitativas, entre las diferentes clases de cada recurso.

Lo referente a la importancia relativa de unas variables respecto a otras, de cara a la globalización del valor, puede enfrentarse con procedimientos de cálculo de coeficientes de ponderación, similares a los propuestos en el caso de los objetivos del plan. Es importante tener presente que estos coeficientes de ponderación no pueden desligarse del problema de las preferencias sociales o de las coyunturas económicas. Por lo tanto, su asignación debe ser consistente con una determinada política ambiental.

Por sobre estos problemas se puede afirmar, siguiendo los criterios de Gómez (1980), que el valor de una unidad territorial aumenta con la proximidad al clímax, la integridad, diversidad, complejidad, estabilidad, naturalidad, rareza, abundancia relativa, fragilidad o vulnerabilidad, la existencia y frecuencia de especies raras o amenazadas de extinción, la singularidad, irreversibilidad, la existencia y frecuencia de endemismos, la representatividad, con la proximidad al límite biogeográfico de su hábitat y con la atracción.

La predicción del comportamiento futuro del sistema constituye parte importante del diagnóstico, toda vez que ella permite distinguir los elementos o subsistemas claves

para el control. Este esfuerzo debe orientarse al conocimiento de la funcionalidad del sistema, al esclarecimiento de la malla de relaciones y a la determinación de los circuitos de retroalimentación. Mediante esto, será posible llegar a identificar cuál o cuáles son los elementos que deben intervenir y en qué magnitud para conseguir un cambio deseado. En el mismo sentido, deberá ser posible delinear los efectos de un cambio no deseado sobre otros elementos del sistema.

Esta predicción se basa en el establecimiento de la relación uso-territorio, es decir en términos de impacto y aptitudes. Para conseguir esto, es necesario predecir el *comportamiento de todos y cada uno de los puntos del territorio*, para todos y cada uno de los usos objeto de localización. Esto quiere decir que la relación uso-territorio, para efectos de lo relativo a la localización óptima, se expresa en términos de impacto de la actividad sobre el medio y aptitud o vocación intrínseca del medio para la actividad.

Para fines de la ordenación ambiental del territorio, conviene considerar el impacto como un cambio de valor ocurrido en el medio como conjunto, o bien en alguno de sus elementos particulares, como consecuencia de la reacción o respuesta ante una influencia externa. Por lo tanto, el impacto es la pérdida de valor de cada uno de los recursos o del medio en su conjunto.

Es importante tener presente en esto que no todas las unidades tendrán una reacción o respuesta similar frente a una intervención, sino que ella dependerá de las características propias de la unidad y de la naturaleza del vector de calidad ambiental. A su vez, un mismo uso causará comportamientos y respuestas diferentes, según sean las características de las unidades sobre las que se localice.

*Por su parte, la aptitud del territorio corresponde a la potencialidad natural, que esa unidad ofrece, para la sustentación de una determinada actividad o desarrollo. Al igual como ocurre con el impacto, la aptitud cobra sentido cuando se enfrenta al territorio con los usos que se pretende establecer en él. Desde este punto de vista, la aptitud se concibe como la capacidad propia del territorio, o de una unidad territorial, para satisfacer los requerimientos que exigen la localización y el desarrollo de una actividad.*

Queda entonces claramente establecido que estos dos conceptos claves de impacto y aptitud sólo tienen sentido cuando se enfrenta al territorio con el uso que se pretende localizar. Por esta razón, suelen adquirir una *doble dimensión de problema: la localización de un uso concreto en un territorio dado; o la generación y evaluación de alternativas de planificación, que involucran a un conjunto de usos y al territorio como un todo.*



## GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el ordenamiento del territorio, la generación de alternativas consiste en establecer un modelo territorial que represente la distribución óptima de los usos en el espacio en análisis. El objetivo que se pretende conseguir es el de aprovechar al máximo las aptitudes naturales de los recursos, al mismo tiempo que se logra reducir al mínimo los efectos negativos. El esquema de la figura 2.3 ilustra acerca de la complejidad que implica el procedimiento de generación de un modelo de uso, dentro de un proceso de planificación que incorpore la concepción holística.

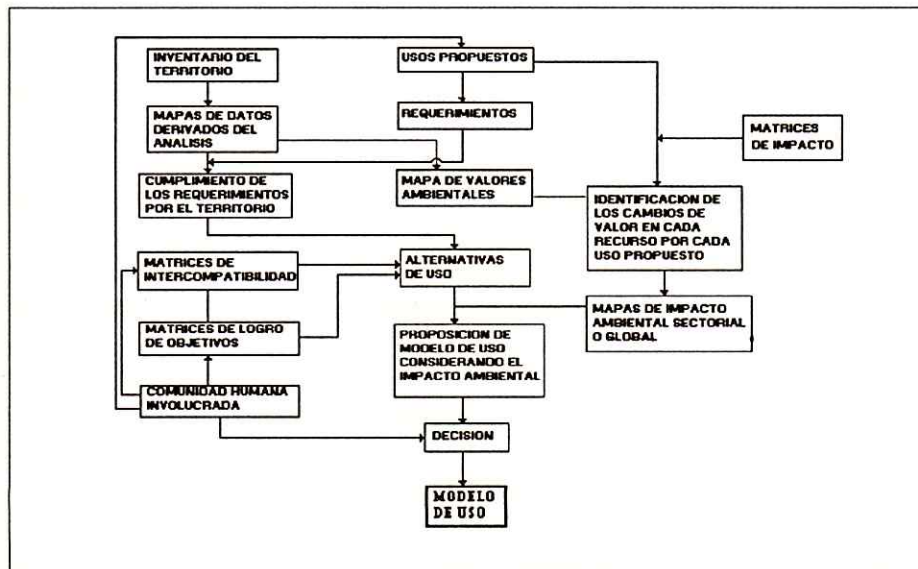


Figura 2.3. Modelo de Uso en Planificación Territorial

Un problema como éste se puede solucionar encontrando una distribución de usos en el territorio, de tal forma que se maximice la aptitud global y se minimice el impacto global simultáneamente. La solución podría simplificarse si se enfrenta **por separado**, es decir, escogiendo en cada unidad territorial operativa aquel uso que **responda** a la mayor aptitud. Por otra parte, el impacto se minimiza, asignando a cada unidad el uso que produce el menor impacto.

La situación no ofrecería mayor dificultad, si es que los puntos con mayor aptitud coincidieran con los de mínimo impacto, caso en el cual el problema estaría resuelto. Sin embargo, es de suponer que esto ocurrirá en escasos puntos. Lo normal y más probable es que en el resto del territorio sea necesario elegir entre diferentes locali-

zaciones, que no corresponden ni a la máxima aptitud ni al mínimo impacto, pero que pueden considerarse dentro de rangos admisibles.

Por otro lado, se debe considerar que a la fase de generación de alternativas se llega con información ya elaborada, que en general permite disponer de los siguientes antecedentes:

- a) Inventario del territorio (recursos, procesos, características), expresado en índices o parámetros operativos y georreferenciados.
- b) Los usos o actividades objeto de localización.
- c) La capacidad o aptitud de cada punto del territorio para acoger un determinado uso.
- d) El impacto agregado que cada uso producirá sobre cada punto del territorio al establecerse en él.

Sobre la base de toda esta información disponible, se originan dos situaciones extremas a la hora de generar alternativas:

- a) Existen puntos que son aptos para una sola actividad.
- b) Existen puntos que son aptos para varias actividades.

En la primera situación, el problema queda solucionado, puesto que no hay más alternativa que la de proponer la localización de aquel uso que cumple con la aptitud. Sólo queda en este caso poner atención a los niveles de impacto, que podrían recomendar la exclusión del uso y su reemplazo por actividades de preservación o de no uso.

Lo más común es lo que corresponde al segundo caso, en que los puntos o unidades del territorio manifiestan aptitudes para sustentar más de un tipo de actividad. En este caso es que entra a jugar la toma de decisiones, ya en la generación de alternativas de uso a recomendar. En este tipo de situación existe la posibilidad de que el problema consista en localizar una sola actividad en el territorio, o bien que sea necesario localizar simultáneamente varias actividades, que es lo que ocurre generalmente en la ordenación del territorio.

Cuando se trata de localizar una sola actividad, el problema puede considerarse como relativamente simple, por cuanto se trata nada más que de elaborar un mapa que



gradúe el territorio según clases de conveniencia o idoneidad para la localización. Una primera posibilidad consiste en identificar todos aquellos puntos en que coincide la mayor aptitud con el mínimo impacto. Para generar una gama de grados de coincidencia se pueden definir umbrales, máximo para el impacto y mínimo para la aptitud, entre los cuales se presenta una serie de posibilidades. Este tipo de situación corresponde, por ejemplo, a los procedimientos de evaluación de tierras para fines agrícolas, desarrollados por la FAO (FAO, 1976).

Existe toda una diversidad de soluciones para la decisión de localización de la actividad de que se trate. Los casos extremos se presentan, por ejemplo, cuando se opta por localizar el uso donde la aptitud sea máxima, cualquiera sea el nivel de impacto; o, en el otro extremo, localizar el uso donde el impacto sea mínimo, cualquiera sea la aptitud.

La otra situación planteada corresponde a la necesidad de localizar varias actividades sobre el territorio. Frente a esto, se deben considerar muy detenidamente tanto la aptitud como el impacto, a fin de que la toma de decisiones permita optimizar el funcionamiento del territorio como un todo. A este respecto, Gómez (1980) señala que "cabe atribuir a cada unidad operativa en que se tiene dividido el territorio y para cada actividad objeto de localización, un cierto nivel de conveniencia o de idoneidad, que marca la medida en que esa unidad satisface los requerimientos que exige el uso en cuestión (aptitud) y teniendo también en cuenta los efectos (impactos) que tal uso podría producir en ella".

Estos niveles o grados de idoneidad del territorio, es conveniente agruparlos en clases, las que pueden ser representadas en un mapa. De esta forma será posible disponer de tantos mapas de idoneidad como usos se consideren.

Al aplicar este procedimiento de determinación de clases de idoneidad es posible que se produzcan las siguientes situaciones:

- a) Unidades de territorio con grado de idoneidad alto para una sola actividad. En este caso no existe conflicto y se asigna directamente la actividad a esas unidades.
- b) Unidades aptas para varias actividades compatibles, es decir que pueden coexistir. En este caso tampoco existe conflicto.
- c) Unidades aptas para actividades que se excluyen entre sí. En este caso se presenta la necesidad de decidir entre actividades incompatibles, por lo que existe una situación conflictiva.

Para enfrentar el conflicto planteado se puede optar por una solución de tipo apriorístico, a la luz de los objetivos del trabajo y de los intereses, más o menos conflictivos, que confluyen en la zona. Sin embargo, resulta adecuado buscar mejores soluciones al conflicto, lo que se puede hacer, ya sea mediante el uso de clases y matrices de idoneidad, o bien por aproximaciones de mayor rigurosidad a la definición del óptimo.

Cualquiera sea el camino que se decida tomar, es necesario definir en forma previa las posibilidades de coexistencia, en el tiempo y en el espacio de estas actividades. Tal posibilidad de coexistencia se expresa en términos de compatibilidad e incompatibilidad. La expresión concreta de esta opción metodológica es una matriz de intercompatibilidad, en que se cruzan las actividades, definiendo para cada cruce un grado de compatibilidad determinado.

Teniendo ya formalizadas la matriz de idoneidad y la de intercompatibilidad, el conflicto se plantea al decidir entre actividades incompatibles, aptas para un mismo punto. La toma de decisión puede hacerse a través de uno de los siguientes caminos:

- a) Estableciendo una escala previa de prioridades entre usos. En este caso los puntos en conflicto se destinan al uso de mayor jerarquía, quedando los demás como usos subsidiarios.
- b) Asignando coeficientes de ponderación a los usos, a partir de la política general de acción, o de la estrategia que se pretenda. Al multiplicar las clases de idoneidad por los coeficientes de ponderación correspondientes, se obtienen los índices de utilización. A cada una de las unidades del territorio se le asignará el uso que presente el mayor índice de utilización. Quedan como subsidiarios, los usos compatibles y que tengan menores índices de utilización.

El problema de asignar pesos o factores de ponderación a los usos es de similar naturaleza al que se discutió respecto a los objetivos. En este caso, la solución puede enfrentarse con la confección de una matriz de logro de objetivos, en la cual se expresa la opinión de un panel de expertos. La matriz representa o manifiesta el grado de consecución de cada objetivo, que se puede asociar a cada uno de los usos propuestos. En este punto, resulta de importancia destacar que es perfectamente posible cambiar los pesos y las ponderaciones, en diferentes zonas del territorio.

Cuando se debe enfrentar el problema de tomar decisiones respecto a varias alternativas, se debe estudiar cuidadosamente cada una de las herramientas disponibles para apoyar el proceso, antes de su aplicación al caso concreto.



El procedimiento más simple para tomar una decisión es aquel denominado “holístico”, que puede resumirse en: “si usted sabe lo que quiere, elójalo”. Como se puede apreciar, se trata de una aproximación intuitiva, basada en el conocimiento previo. Una segunda posibilidad metodológica, de carácter analítico, descompone el problema en una lista de pros y contras, con la dificultad de que todos ellos tienen un peso similar a la hora de decidir. Una extensión de este método lo constituyen las matrices de decisión. En todo caso, se trata siempre de la elaboración de una especie de lista de chequeo, en que se incluyen los aspectos favorables y negativos de cada una de las alternativas en juego.

Otro método de amplia aplicación en procedimientos de objetivización de información subjetiva, es el método Delphi, basado en la aplicación de cuestionarios a un grupo de expertos, quienes emiten sus opiniones respecto al problema que se les plantea. Luego se procede a un análisis estadístico de la información y, a través de iteraciones sucesivas, se busca llegar al mayor consenso posible entre los opinantes.

A un nivel mayor de complejidad se encuentra el método derivado de la teoría de multiatributos, que se apoya en el cálculo de probabilidades, pero que asume, implícitamente, la inexistencia de inconsistencias.

Un procedimiento de carácter más completo que los descritos es el que Harker (1990) llama “proceso de jerarquía analítica”, que aparece diagramado en la figura 2.4.

Se trata de un método intuitivo, simple pero elegante (según el autor) para estructurar y analizar decisiones. Puede desarrollarse por medio de un procedimiento de comparaciones pareadas entre objetos, respecto a metas o criterios comunes. Se funda-

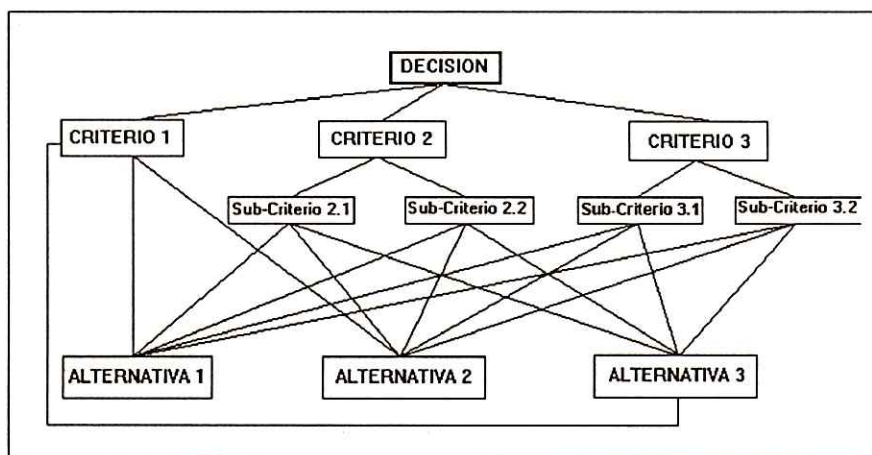


Figura 2.4. Esquema de Jerarquía Analítica, según Harker 1990.

menta en un proceso analítico de juzgamiento y en un proceso creativo de estructuración y análisis de una jerarquía. El primer paso en este método consiste en diseñar la estructura del problema de decisión, para lo cual se recomienda crear una jerarquía de criterios, subcriterios y alternativas. Luego se debe proceder a calificar la "calidad" de las alternativas, en función de los criterios y subcriterios en cuestión. Posteriormente se debe reunir toda esta información para proceder a la toma de decisiones.

La dificultad en la adición de la información generada en los pasos previos, radica en el consabido problema de que los criterios que se han hecho intervenir no tienen todos el mismo peso. Debido a esto, es prioritario definir la importancia, o peso relativo, respecto a la decisión que se va a tomar, que tiene cada uno de ellos. De esta manera, se obtiene la prioridad o preferencia de cada alternativa en función de los criterios y subcriterios, así como la importancia de esos criterios. Se procede finalmente a sumar las prioridades relativas, ponderándolas respecto a la prioridad total del criterio en análisis. La suma así obtenida crea una medida compuesta de la importancia o preferencia, para cada alternativa, respecto al juego de criterios y subcriterios considerados.

Esta metodología permite, además, el cálculo de una tasa de consistencia, que mide los errores de juicio (o de valoración) cometidos en el desarrollo del procedimiento. Asimismo, es posible realizar, dentro del método, un análisis de sensibilidad, como parte de un proceso de modelamiento, que consiste en evaluar la magnitud del cambio sobre la decisión final, que puede provocar una modificación en determinadas valoraciones.

Otro camino metodológico disponible para solucionar el conflicto de incompatibilidades entre usos, es el de la planificación restrictiva (Gómez, 1980). Esta planificación consiste en establecer los usos, definidos en tipos e intensidad, que puede soportar cada punto del territorio sin que se produzcan deterioros irreversibles, por encima de límites tolerables. El criterio básico de asignación de usos al territorio es el impacto: se trata de localizar los usos de manera que el impacto global sea el mínimo.

En este contexto, es fundamental definir el concepto de umbral de impacto como el grado o valor del impacto (impacto crítico), a partir del cual se considera incompatible con el medio, por causar deterioros inadmisibles. Resulta interesante la aplicación de este concepto de umbral de impacto, para cada variable o dimensión del valor, porque pone de relieve aspectos aislados, parciales o sectoriales críticos, dignos de *conservación, cuya importancia puede quedar enmascarada cuando se trabaja con impactos globales o agregados.*



Recientemente, se ha incorporado a la temática de la toma de decisiones el modelo de redes neuronales, concebidas como sistemas dinámicos. Las redes neuronales pueden ser definidas (en una de sus acepciones) como una superficie de energía, cuyo estado de mínima energía representa la solución a los complejos problemas de optimización multidimensional (Cruz, 1991). Como la elección que hace una sociedad del uso de los recursos de la tierra refleja un conjunto complejo de interrelaciones que involucran factores biofísicos y socioeconómicos, tanto en la oferta como en la demanda de suelo, la aplicación de estos modelos resulta adecuada. El objetivo de aplicar redes neuronales a la planificación del uso del suelo es el de entrenar a esa red para aprender los patrones aceptables de relaciones input-output.

El modelo de redes neuronales incorpora información biofísica y socioeconómica de diferentes fuentes y refleja las interacciones entre diferentes objetivos de uso de la tierra. Dado un conjunto de usos del suelo y sus requerimientos, el modelo permite identificar las opciones más apropiadas.

Una red neuronal está compuesta por varias unidades de procesamiento no lineal (neuronas o nodos) operando en paralelo. Estos nodos están conectados mediante uniones con pesos relativos, los que son ajustables durante el proceso de aprendizaje que tiene lugar para mejorar el funcionamiento de la malla neuronal (Yin y Xu, 1991). La estructura básica de un modelo general de red neuronal consiste esencialmente en un conjunto de relaciones entre varios nodos de procesamiento. Estas relaciones son expresadas mediante formulaciones matemáticas.

Yin y Xu (1991) señalan que un modelo neuronal está compuesto por varias capas o niveles, a saber: de input, oculta y de output. A ellas se agrega, durante la etapa de aprendizaje, una capa adicional que se denomina nivel de enseñanza, que cumple propósitos de supervisión (figura 2.5).

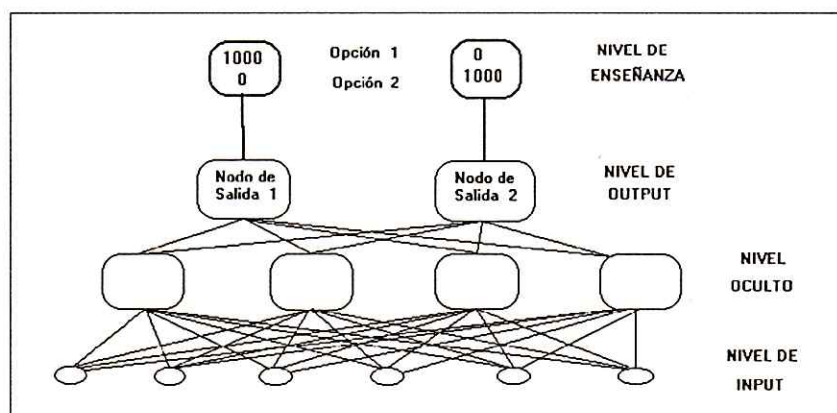


Figura 2.5. Organización de una Red Neuronal

Los factores que pueden intervenir sobre las opciones de uso del suelo, ya sean biofísicos o socioeconómicos, constituyen los nodos de input. Estos nodos reciben, pues, la información de cada factor para cada unidad territorial. Las actividades de los nodos de input son modificadas por los pesos o la fuerza de las conexiones. Las actividades modificadas, que conducen a un nodo particular de la capa oculta, se suman y luego estas sumas son transformadas por una función sigmoidea, para determinar las actividades de la capa oculta. Por un procedimiento similar al descrito, las actividades de los nodos de la capa oculta pueden ser propagadas a los nodos de output (Yin y Xu, 1991).

Así se produce el aprendizaje de la red, en la medida en que se van ajustando los pesos, hasta conseguir que los valores de los outputs derivados de los inputs no presenten variaciones de importancia respecto a los deseados.

Este procedimiento tiene la ventaja adicional de poder ser incorporado al trabajo con sistemas de información geográfica, con lo cual se incrementa su operatividad en la planificación territorial.

En el contexto del desarrollo de los sistemas de información geográfica para la planificación del territorio, existen numerosas aproximaciones metodológicas que resultan interesantes para el problema de la toma de decisiones. Las posibilidades que ellos brindan para trabajar con el territorio en toda su complejidad y multidimensionalidad y para modelar su comportamiento, les otorgan una particular aplicabilidad en esta problemática.

A modo de ejemplo, se puede mencionar el desarrollo del autómata celular, como parte de un sistema de apoyo a las decisiones espaciales. Engelen y otros (1993) lo utilizan y demuestran su potencialidad, determinando los comportamientos diferenciales del territorio, ante los cambios climáticos de macroescala. El juego de factores fisiconaturales y socioeconómicos permite, a través de la asignación de pesos relativos en función de valores y criterios, analizar la vulnerabilidad territorial frente a dichos cambios.

Importante es destacar que, sea cual sea la opción metodológica que se decida implementar, en todos los casos se está enfrentando el problema de responder a la pregunta ¿cuál es la actividad más conveniente a localizar en cada unidad operativa de planificación? La citada pregunta resulta fundamental en función del principio de optimización de la relación sociedad-naturaleza, que se definió como nudo central de la ordenación ambiental del territorio.



Por último, es necesario destacar la necesidad de contar con un grado significativo de participación de la comunidad humana que será afectada por el proceso de planificación. Si bien se supone que dicho proceso surge desde su propio seno, a menudo *escapa a su control y pasa a ser dirigido por elementos externos a ella, o por las elites* que detentan el poder. La incorporación del grupo humano, su involucramiento y "apropiación" del proyecto de desarrollo implícito en el plan que surge del modelo de uso propuesto, asegura el éxito y el cumplimiento de las metas (Rovira y Schiappacasse, 1992). Para estos fines, es recomendable someter este modelo de uso a la opinión de la comunidad, de manera de recibir de su parte las correcciones y adecuaciones que resulten pertinentes.

## Capítulo 3

# Sistema de clasificación de ecorregiones

### INTRODUCCIÓN

En la clasificación de ecorregiones y caracterización de municipios y predios rurales, se requiere contar con un método y procedimiento general que permita llevar a cabo las acciones requeridas para su conocimiento y evaluación. El presente manual describe detalladamente el procedimiento de gabinete y de terreno que se debe seguir para identificar y caracterizar los sitios y la condición del ecosistema.

Este trabajo es el resultado de más de diez años de estudios llevados a cabo sobre la materia. En él han participado numerosos investigadores de varios países del continente. En las primeras etapas del estudio se analizaron las bases conceptuales, lo que se requirió como fundamento para la elaboración posterior del manual.

Los conceptos de sitio y condición se utilizan ampliamente entre los especialistas de bosques y praderas en particular y de recursos naturales renovables, de los Estados Unidos, Canadá, México, Sudáfrica y Australia. Su uso en Sudamérica no ha sido difundido y salvo en casos contados y aislados no se emplean ni existen las bases para su aplicación.

En este estudio se describe el concepto de sitio en la taxonomía del sistema y sus relaciones climáticas, geomorfológicas, de estado y valorativas. En relación al uso del concepto, se indican las variables determinantes.

La codificación ecológica y administrativa permite desarrollar bases de datos y acceder a la información cuando ello sea requerido.



El procedimiento presentado en este capítulo es el resultado de un estudio riguroso y sistemático que entrega información para los especialistas en ordenación del territorio rural en materias de recursos naturales y de uso múltiple del territorio, en general, y de pastizales, bosques, cultivos, predios y municipios, en particular. El procedimiento señalado debe, por lo tanto, complementarse con el estudio relativo a sus bases teóricas, el cual se presenta dentro del contexto del libro en general.

## SITIO EN LA TAXONOMÍA ECOLÓGICA DEL SISTEMA

### *Sistema de clasificación*

El sistema de clasificación de ecorregiones propuesto consta de nueve categorías o niveles que, ordenados en una jerarquía de mayor a menor permanencia, de acuerdo a las variables ecosistémicas que las definen, corresponden a (Gallardo y Gastó, 1985, 1987; Gastó, Silva y Cosío, 1990; Gastó, Cosío y Panario, 1993):

1. Reino
2. Dominio
3. Provincia
4. Distrito
5. Sitio
6. Uso
7. Estilo
8. Condición
9. Tendencia

Cada categoría y clase, además de la variable que las definen, se caracteriza por las restantes propiedades o atributos ecosistémicos, sea clima (Köppen, 1923, 1948), geoforma (Murphy, 1967), ambiente edáfico, artificialización, entre otros, según corresponda. En el nivel de generalización pertinente a la categoría y las clases en que se subdivide, están determinadas por una variable ecosistémica, de acuerdo al sistema de clasificación. Una categoría corresponde a un determinado nivel de resolución, en el cual son válidas las decisiones que se tomen (Cuadro 3-1).

Cuadro 3.1: Características fundamentales del sistema de clasificación ecológica de ecorregiones (Gallardo y Gastó, 1985; Gastó, Silva y Cosío, 1990; Gastó, Cosío y Panario, 1993).

Jerarquía de permanencia	Agrupamiento de categorías	Categoría ecológica	Variables determinantes	Clasificación	Nivel administrativo equivalente de Resolución	Escala cartográfica aproximada	
Alta	Ser o niveles más permanentes del sistema	Reino	Climática	Zonas Fundamentales de Köppen (1923)	Región	1:50.000.000	
		Dominio	Climática	Tipos Fundamentales de Köppen (1923)	País	1:10.000.000	
		Provincia	Climática	Varietades Específicas, Varietades Generales y Alternativas Generales de Köppen (1923)	Provincia (administrativa)	1:2.000.000	
		Distrito	Geomorfológica	Regiones Topográficas de Murphy (1967, 1968). Pendiente (Panario <i>et al</i> , 1987)	Municipio, predio	1:250.000	
		Sitio	Edafoambiental	Textura, profundidad, hidromorfismo y variables adicionales (Dyksterhuis, 1949; Panario <i>et al</i> , 1987)	Predio, cercado	1:10.000	
	Estar o estados circunstanciales del sistema	Uso	Propósito antrópico del uso	Usos de la tierra (Forest Service, 1965; Mc Ardle, 1960; Gallardo y Gastó, 1987)	Uso	≥ 1:10.000	
		Estilo	Tipo y grado de artificialización	Estilos de Agricultura (Gallardo y Gastó, 1987)	Estilo	≥ 1:10.000	
	Baja	Juicio de valores del estado real en relación al ideal	Condición	Estado del ecosistema	Estado estimado según escala relativa desde excelente a muy pobre (Dyksterhuis, 1949)	Condición	≥ 1:10.000
			Tendencia	Cambio instantáneo de estado	Estabilidad y dirección del cambio (Bailey, 1945)	Tendencia	≥ 1:10.000

El nivel de resolución de una determinada categoría tiene una escala cartográfica en que puede ser representada la ubicación y delimitación espacial o geográfica de las unidades taxonómicas, y toda la información que contenga, factible de representar en una carta.

El número de categorías o niveles puede ser aumentado, en el caso que se estime conveniente detallar con mayor precisión alguna categoría en particular. Para ello se sugiere anteponer el prefijo "sub" a la categoría en cuestión. Ejemplo: Dominio-Subdominio.

### Categorías climáticas

#### 1. Reino

La categoría de Reino (REIN) corresponde a las variables que definen las Zonas Fundamentales de Köppen (1923, 1948). Se tienen en esta categoría cinco clases fundamentales según Gastó, Cosío y Panario, 1993 (Cuadro 3.2):



Cuadro 3.2: Categorías de Reino (REIN)

	<i>Símbolo</i>	<i>Código</i>
Reino Tropical	A	1000-000
Reino Seco	B	2000-000
Reino Templado	C	3000-000
Reino Boreal	D	4000-000
Reino Nevado	E	5000-000

Los límites de las clases corresponden a (Köppen, 1948):

- Reino Tropical: La temperatura del mes más frío es superior a 18°C. La lluvia anual es superior a 75 cm.
- Reino Seco: Correlación específica entre  $r$ , que corresponde a precipitación total anual en cm y  $t$ , temperatura en grados centígrados. La cantidad de lluvia es inferior al límite de la sequedad.
- Reino Templado: La temperatura del mes más frío es entre -3°C y 18°C. Posee suficiente precipitación y una estación fresca no muy fría.
- Reino Boreal: La temperatura del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido, superior a 10°C. Se combina el auténtico invierno con presencia de nieve y el auténtico verano, aunque a veces lluvioso y de poca duración.
- Reino Nevado: La temperatura de todos los meses es inferior a 10°C.

El Reino se representa en escalas cartográficas de 1:50.000.000 o mayores, y su nivel de resolución es mundial.

## 2. Dominio

Cada clase de Reino está subdividido en Dominios (DOMI) de ecorregiones, los cuales corresponden a los Tipos Fundamentales de Clima en el sistema de clasificación de Köppen (1948); Gastó, Cosío y Panario (1993), y son los siguientes:

Cuadro 3.3: Categorías de Dominios (DOMI)

		Símbolo	Código
Reino Tropical:		A	1000-000
Dominio Lluvioso	Selva Tropical	Af	1100-000
Dominio Secoinvernal	Sabana	Aw	1200-000
Dominio Secoestival	Poco característico	As	1300-000
Dominio Secoestacional	Monzónico	Am, Aw'', As''	1400-000
Reino Seco:		B	2000-000
Dominio Desértico	Desierto	BW	2100-000
Dominio Estepario	Estepa	BS	2200-000
Reino Templado:		C	3000-000
Dominio Secoestival	Mediterráneo	Cs	3100-000
Dominio Húmedo	Selva templada	Cf	3400-000
Dominio Secoinvernal	Pradera y Bosque méxico	Cw	3200-000
Dominio Secoestacional	Poco característico	Cm, Cw'', Cs''	3300-000
Reino Boreal:		D	4000-000
Dominio Húmedo	Parque	Df	4100-000
Dominio Secoinvernal	Taiga (Bosque de coníferas)	Dw	4200-000
Dominio Secoestival	Poco común	Ds	4300-000
Reino Nevado:		E	5000-000
Dominio Nival	Nieve y glaciares	EF	5200-000
Dominio Tundra	Tundra	ET	5100-000

Los límites de cada clase de Dominio están definidos en la descripción del sistema de clasificación de Köppen (1923) en lo correspondiente a tipos de clima:

#### Reino Tropical:

- **Dominio lluvioso:** La lluvia es continua a través de todo el año. Sin temporada de sequía definida, y la diferencia entre el mes más frío y el más caluroso es de sólo 1°C a 6°C. En este dominio se presentan las precipitaciones más abundantes que caen sobre la tierra, las que alcanzan magnitudes hasta de 12,5 m o aún mayores.
- **Dominio Secoinvernal:** La lluvia es periódica y el invierno es seco. Sabana. Se presenta una temporada de sequía marcada y menor de 100 cm a 250 cm de precipitaciones al año. La diferencia de temperatura entre los meses más fríos y más calientes llega hasta 12°C. La temporada de sequía ocurre en el invierno o en la primavera del hemisferio respectivo.
- **Dominio Secoestival:** Poco característico, sólo se presenta en zonas poco extensas situadas a bajas altitudes en el Oeste de las Islas Canarias y en el Sur Oeste de Hawaii, así como en el sotavento de ambos, se encuentra un verano realmente seco, a pesar de la alta temperatura del invierno.



*Reino Seco:*

- **Dominio Desértico:** No llueve o llueve escasamente durante el invierno ( $r < t$ ), llueve irregularmente [ $r < (t + 7)$ ], o bien llueve durante el verano [ $r < (t + 14)$ ].
- **Dominio Estepario:** Llueve insuficientemente durante el invierno ( $r < 2t$ ), llueve irregularmente [ $r < 2(t + 7)$ ], o bien llueve insuficientemente durante el verano [ $r < 2(t + 14)$ ].

*Reino Templado:*

- **Dominio Secoinvernal:** Invierno seco no riguroso, con cielos despejados y aguaceros de verano. Clima moderado, tanto por el calor de verano como el frío de invierno. El mes más lluvioso es, a lo menos, diez veces superior en precipitación al mes más seco. Puede presentar tres modalidades diferentes: la lluvia es periódica y el invierno es seco, la lluvia es periódica y el verano es seco, o bien, la lluvia es irregular.
- **Dominio Secoestacional:** Subtipo dentro del secoinvernal. Se presenta en climas húmedos estacionales en latitudes cercanas al Ecuador, con una estación seca no diferenciada térmicamente.
- **Dominio Secoestival:** Mediterráneo. Bosque esclerófito y pradera anual invernal. Escasa lluvia en verano, inviernos húmedos y moderados. Verano seco caluroso. Puede presentar tres modalidades igual que en el caso anterior.
- **Dominio Húmedo:** Abundantes precipitaciones durante todas las estaciones, lo que permite el desarrollo de exuberantes bosques altos. Lluvia de temperie húmeda. Presenta, también, tres modalidades igual que en los casos anteriores.

*Reino Boreal:*

- **Dominio Húmedo:** Abundante precipitación durante todo el año. Parque boreal. Se diferencia poco del Secoinvernal, debido a que el efecto de las lluvias no se hace notar sobre la vegetación por extremo receso debido al frío.
- **Dominio Secoinvernal:** Es el más continental de todos los tipos boreales. Taiga. Fuerte predominio de la precipitación en verano, a pesar de haber abundancia de sol en el estiaje y de cielos nublados en la estación fría. Propio de los bosques de coníferas del hemisferio norte.

- **Dominio Secoestival:** No hay un clima característico. Sólo se presenta en el curso medio del río Oregón, EE.UU. 50° L.N.

#### *Reino Nevado:*

- **Dominio Nival:** La temperatura de todos los meses es inferior a 0°C, con acumulación de nieve. No hay más deshielo que el causado por las oscilaciones diarias y no periódicas de la temperatura. Nieves y Glaciares.
- **Dominio Tundra:** La temperatura del mes más cálido es superior a 0°C, pero inferior a 10°C. El enanismo de los árboles, la presencia de formas arbustivas de crecimiento más lento, las formaciones esfangosas de turberas, hualves y mallines, se presentan en su máxima expresión. Tundra.  
El dominio se representa en escalas cartográficas de 1:10.000.000 o mayores, y su nivel de resolución es Continental.

### 3. Provincia

La provincia es la subdivisión del dominio y está definida por las variedades específicas y generales de Köppen.

Las provincias (PROV) que se presentan en la Región Andina de Sudamérica, son las siguientes:

#### *REINO SECO*

##### *Dominio Desértico: "Desierto"*

- **Provincia Desértica de Neblinas (Desierto Litoral):** La provincia está dominada por un clima seco con nublados y neblinas frecuentes, lo cual representa el mayor aporte de humedad. Clima BWn.
- **Provincia Desértica Normal (Atacama):** Las precipitaciones prácticamente no existen. La temperatura no es excesivamente alta, siendo más importante la oscilación entre el día y la noche. Cielos despejados y escasa cantidad de vapor en el aire. Clima BWt.
- **Provincia Desértica Muy Fría (Pampa Fría):** En lo térmico, es característico de un clima desértico y durante el verano tiene algunas probabilidades de



recibir precipitaciones de origen convectivo. Se localiza a altitudes de 2.500 a 3.000 m sobre el nivel del mar y, tanto las probabilidades de precipitación, como la cantidad recibida, aumentan con la altura. Vegetación efímera y xeromórfica. Clima BWH y BWk.

- **Provincia Desértica Transicional (Desierto Florido):** Clima transicional bajo. La amplitud térmica es marcada y la temperatura es menor que en el desierto normal. Las precipitaciones son escasas, incrementándose hacia el sur; se registran en invierno. La vegetación es xerófita y efímera. En los años lluviosos germina y se desarrolla abundante vegetación anual. Clima BWh o BWs.
- **Provincia Desértica muy Cálida (Guajira):** La media térmica anual es mayor que 24°C. Por lo general, se presentan variaciones térmicas mensuales insignificantes, con amplitud menor de 3°C. Precipitación menor de 300 mm al año. La distribución de las lluvias se puede presentar en los primeros meses del año, o bien en forma bimodal con un máximo en el período abril-mayo y otro en octubre-noviembre. Clima BWh,i.

#### *Dominio Estepario: "Estepa"*

- **Provincia Esteparia de Neblina (La Serena):** Corresponde al clima de estepa con nubosidad abundante, especialmente nocturna matinal. La humedad relativa no varía marcadamente durante el año. Las precipitaciones anuales aumentan desde 100 mm en el extremo norte, hasta sobrepasar levemente los 300 mm en el extremo sur. En algunos lugares la topografía intersecta la nubosidad, registrándose precipitaciones efectivas equivalentes de alrededor de 1.000 mm. Las temperaturas mínimas no bajan de cero grado. Clima BSn.
- **Provincia Esteparia Seca (Ovalle):** Clima de estepa templada con precipitaciones invernales; las precipitaciones de 100 mm y de 200 mm señalan los límites de la provincia. Las temperaturas mínimas pueden ser inferiores a 0°C. La potencialidad vegetativa es de nueve a once meses, con temperaturas mensuales mayores a 10°C. Clima BSlw.
- **Provincia Esteparia Templada Invernal (Petorca):** Presenta precipitaciones de invierno abundantes, que fluctúan entre 250 mm y 350 mm al año. En el extremo norte, las precipitaciones son de alrededor de 250 mm, aumentando hacia el extremo sur de la provincia hasta alcanzar 350 mm. Presenta amplias oscilaciones térmicas diarias. Clima BSl.

- **Provincia Esteparia muy Fría Secoinvernal** (Estepa interandina): Está delimitada por las isoyetas de 100 mm y 350 mm. Presenta una relativa estabilidad térmica. Las precipitaciones se concentran en los meses de verano. Vegetación arbustiva baja, rala y de gramíneas perennes amacolladas con especies anuales efímeras en los espacios interarbustos. Clima BSwk,y BSw"k,.
- **Provincia Esteparia muy Fría Secoestival** (Veranada de Montaña).: Presenta una atmósfera seca con rocío frecuente. La oscilación térmica es superior a los 10°C, y la temperatura media anual es de 8°C ó 10°C presentando un verano *cálido* y un *invierno frío*. Sólo cinco meses presentan promedios mensuales entre 10°C y 15°C, siendo los otros inferiores a 10°, pero superiores a 0°C. Las precipitaciones anuales van desde 100 mm, en los sectores más secos, hasta sobrepasar los 1.000 ó 2.000 mm; debido a las características climáticas, geomorfológicas, edáficas, las condiciones ambientales son de estepa.
- **Provincia Esteparia muy Fría de Tendencia Secoestival** (Patagonia Occidental): Las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todo el año, no habiendo una estación seca definida. Las precipitaciones decrecen, desde alrededor de 400 mm, en el extremo más lluvioso, hasta 100 mm en los sectores más secos. La temperatura media anual y las máximas y mínimas, son bajas. Clima BSk,c.
- **Provincia Esteparia Fría Secoinvernal (Cochabamba)**: Temperatura media anual inferior a 18°C, pero hay algunos meses que la superan. Las temperaturas nocturnas son especialmente bajas durante los meses secos del invierno, principalmente mayo y julio. La amplitud térmica diaria es considerable, alcanzándose durante la noche valores cercanos a 0°C, que suelen subir a 25°C durante el día. Precipitación entre 450 mm y 640 mm al año. Clima BSwk.
- **Provincia Esteparia Cálida** (Estepa Interandina Cálida): Lluvee menos de 750 mm al año. En latitudes más meridionales, las lluvias se concentran en el estiaje (de noviembre a marzo) y en las más septentrionales con dos máximas solsticiales, una en marzo y otra en noviembre. La temperatura media anual sobrepasa levemente los 18°C pero en invierno, las medias mensuales bajan de 15°C a 17°C. Clima BSwh y BSw"hi.
- **Provincia Esteparia muy Caliente** (Estepa Chaqueña y Ecuatorial): La cantidad de lluvia es inferior a 750 mm anuales. La media térmica es superior a 18°C y, a veces, alcanza valores cercanos a 30°C. En las cercanías del Ecuador la distribución de la lluvia es bimodal solsticial, con una larga estación de sequía y temperatura media invariante todo el año. En la llanura chaqueña, las temperaturas extremas mínimas pueden aproximarse a 0°C. Clima BSwh, y BSw"h,i.



**REINO TEMPLADO****Dominio Secoestival: "Mediterráneo"**

- **Provincia Secoestival Nubosa (Valparaíso):** Corresponde al clima templado de verano seco. Su temperatura es moderada, sin nieve y casi sin heladas. Las precipitaciones se concentran en el invierno y aumentan desde 400 a 900 mm. Tanto la temperatura como la humedad están bajo el dominio marítimo. La neblina y nubosidad penetran desde la costa, y durante el estío ayudan al desarrollo de la vegetación de matorral costero. Clima Csbn.
- **Provincia Secoestival Prolongada (Mapocho):** Presenta clima templado de verano con una sequía que se prolonga por 6 a 8 meses. Las temperaturas del mes más frío son mayores a -3°C. La amplitud térmica diaria durante el verano es alta, y en invierno es baja. Las precipitaciones se registran especialmente en los meses de invierno. Un extenso sector es de valles regados. Clima Csb1.
- **Provincia Secoestival Media (Maule):** Corresponde a clima templado de verano seco y estación húmeda igual a la sequía. En el sector más húmedo de la provincia, las precipitaciones sobrepasan los 1.000 mm y la mayoría de los meses del año son lluviosos. Sólo los meses de verano pueden clasificarse como secos. Una extensa área es regada y presenta suelos depositacionales de calidad. Clima Csb2.
- **Provincia Secoestival Breve (Bío-Bío):** El clima es templado y de corta estación de sequía, con un verano seco. Se presenta un período de heladas prolongadas durante el invierno. El verano es templado fresco y las precipitaciones invernales, que sobrepasan los 1.000 mm, generan en las vertientes montañosas y de lomajes la vegetación de un bosque. Clima Csb3.

**Dominio Húmedo: "Selva Templada"**

- **Provincia Húmeda de Verano Fresco (Valdivia):** Corresponde a un clima marítimo templado frío lluvioso de costa occidental. Es un clima permanentemente húmedo y con posibilidades de precipitaciones anuales, fluctuantes desde más de 1.360 mm al sur de Concepción hasta 2.400 mm en Valdivia, sobrepasando esa cantidad en Chiloé. El clima es fresco bajo la influencia marítima y lejanía de las masas de nieve, aunque recibe la influencia de invasiones de aire frío polar. Clima Cfb.

- **Provincia Húmeda de Verano Frío (Alcalufe):** Corresponde a un clima templado frío con gran humedad. El verano es fresco a frío, con precipitaciones que fluctúan alrededor de 4.000 mm. Las lluvias se presentan a lo largo de todo el año. El principal factor restrictivo es la fuerza del viento, por lo cual la vegetación arbórea sólo prospera en los lugares protegidos. Durante los meses de invierno, el viento se desvanece. Clima Cfc.
- **Provincia Húmeda de Verano Fresco y Mésico (Los Lagos):** Corresponde a un clima templado húmedo de verano fresco y tendencia a seco. En los meses de verano las precipitaciones tienden a disminuir hasta montos insuficientes para mantener la vegetación, lo cual no perdura más de 1 mes; la vegetación natural no se ve afectada debido a que los montos anuales sobrepasan los requerimientos. Clima Cfsb.
- **Provincia Húmeda de Verano Cálido (Pascua):** Presenta un clima húmedo todo el año y templado cálido. La temperatura media anual es de 20,4°C y desde diciembre a marzo puede superar los 22°C, pero en los meses de julio y agosto no alcanza a 18°C en promedio. La precipitación anual es de 1.200 mm, repartida homogéneamente durante todo el año aunque con cierta tendencia húmeda zenital. Clima Cfa.
- **Provincia Húmeda de Verano Cálido con tendencia secoinvernal (Yunga Cálida):** Se caracteriza por presentar meses notablemente tropicales en cuanto a humedad y temperatura, pero simultáneamente se aprecia una temporada templada. La lluvia puede superar los 1.500 mm, con un período menos lluvioso de julio a septiembre. El período frío presenta medias térmicas cercanas y menores de 18°C, con extremas mínimas no menor de 4°C. En el período estival cálido y muy húmedo, la temperatura supera los 22°C. Clima Cfaw.
- **Provincia Fría de Tendencia Secoestacional (Yunga Fría):** Las lluvias normalmente sobrepasan los 1.500 mm anuales y son frecuentes en sectores cordilleranos dominados por nublados y neblina (Bosque de neblinas). Clima Cfbw, Cfbn, Cfbw"i, y Cfwni.

**Dominio Secoinvernal: "Pradera"**

- **Provincia secoinvernal Cálida (Perichaqueña):** Presenta algunos meses con temperaturas inferiores a 18°C, pero el mes más cálido supera los 22°C de temperatura media. Los meses de invierno carecen de lluvia y, en promedio, presentan temperaturas que fluctúan entre 14,5°C y menos de 18°C. Los veranos son lluviosos y calurosos. Lluvia menos de 1.000 mm al año. Clima Cwa.



- **Provincia Húmeda de Verano Frío (Alacalufe):** Corresponde a un clima templado frío con gran humedad. El verano es fresco a frío, con precipitaciones que fluctúan alrededor de 4.000 mm. Las lluvias se presentan a lo largo de todo el año. El principal factor restrictivo es la fuerza del viento, por lo cual la vegetación arbórea sólo prospera en los lugares protegidos. Durante los meses de invierno, el viento se desvanece. Clima Cfc.
- **Provincia Húmeda de Verano Fresco y Mésico (Los Lagos):** Corresponde a un clima templado húmedo de verano fresco y tendencia a seco. En los meses de verano las precipitaciones tienden a disminuir hasta montos insuficientes para mantener la vegetación, lo cual no perdura más de 1 mes; la vegetación natural no se ve afectada debido a que los montos anuales sobrepasan los requerimientos. Clima Cfsb.
- **Provincia Húmeda de Verano Cálido (Pascua):** Presenta un clima húmedo todo el año y templado cálido. La temperatura media anual es de 20,4°C y desde diciembre a marzo puede superar los 22°C, pero en los meses de julio y agosto no alcanza a 18°C en promedio. La precipitación anual es de 1.200 mm, repartida homogéneamente durante todo el año aunque con cierta tendencia húmeda zenital. Clima Cfa.
- **Provincia Húmeda de Verano Cálido con tendencia secoinvernal (Yunga Cálida):** Se caracteriza por presentar meses notablemente tropicales en cuanto a humedad y temperatura, pero simultáneamente se aprecia una temporada templada. La lluvia puede superar los 1.500 mm, con un período menos lluvioso de julio a septiembre. El período frío presenta medias térmicas cercanas y menores de 18°C, con extremas mínimas no menor de 4°C. En el período estival cálido y muy húmedo, la temperatura supera los 22°C. Clima Cfaw.
- **Provincia Fría de Tendencia Secoestacional (Yunga Fría):** Las lluvias normalmente sobrepasan los 1.500 mm anuales y son frecuentes en sectores cordilleranos dominados por nublados y neblina (Bosque de neblinas). Clima Cfbw, Cfbn, Cfbw"i, y Cfwni.

***Dominio Secoinvernal: "Pradera"***

- **Provincia secoinvernal Cálida (Perichaqueña):** Presenta algunos meses con temperaturas inferiores a 18°C, pero el mes más cálido supera los 22°C de temperatura media. Los meses de invierno carecen de lluvia y, en promedio, presentan temperaturas que fluctúan entre 14,5°C y menos de 18°C. Los veranos son lluviosos y calurosos. Llueve menos de 1.000 mm al año. Clima Cwa.

- **Provincia Secoinvernal Fría (Valles Andino-Templados):** Presentan promedios anuales de 12,5°C a 18°C, dependiendo de la altitud. Los meses más fríos son junio y julio, en los cuales la media puede ser menor de 10°C; los meses más cálidos presentan medias térmicas inferiores a 21°C, coincidiendo con el período lluvioso, que ocurre desde noviembre a enero. La lluvia caída es menor de 1.000 mm, y supera los 550 mm. Clima Cwb y Cw<sup>bi</sup>.
- **Provincia Secoinvernal Esteparia Transicional (Titicaca):** El período seco se extiende de abril a agosto, y la humedad cae como lluvia, granizo o nieve, en cantidades anuales que van desde 540 mm a 250 mm. La temperatura media anual varía entre 8,4°C y 11,3°C. Durante la temporada de precipitaciones la temperatura puede sobrepasar los 10°C. Clima Cwc.

#### REINO BOREAL

##### *Dominio Húmedo Boreal: "Parque Boreal"*

- **Provincia Boreal Húmeda Fría (Parque Austral):** Se caracteriza por presentar precipitaciones homogéneas repartidas durante todo el año, pero durante el invierno se produce principalmente como nieve. El mes más frío es julio, con temperaturas cercanas a -3°C, y el mes más cálido sobrepasa los 10°C en verano. La precipitación varía entre 400 mm y 600 mm. Clima Dfkc.

#### REINO NEVADO

##### *Dominio Tundra: "Tundra"*

- **Provincia Tundra Isotérmica (Yagán):** Corresponde al clima tundra isotérmica que se presenta en el sector más austral de Sudamérica, donde se producen las condiciones para la formación de tundra. Es una región de relieve accidentado, donde no siempre se producen las condiciones de drenaje deficiente necesarias para la formación de tundra. El mes más frío es julio con 4,1°C y el mes más cálido es febrero con 8,6°C. La amplitud térmica diaria es de 4°C. Todos los meses del año tienen precipitaciones abundantes, superiores a 200 mm de lluvia, y ninguno sobrepasa los 271 mm. Clima ETi.
- **Provincia Tundra Normal (Tundra Antártica):** Presenta clima de tundra, donde en algunos sectores la capa de nieve desaparece durante el verano, dejando el suelo descubierto y rocas superficiales, pero manteniendo las características frías. No presenta vegetación o está reducida a un mínimo. Clima ET.



- **Provincia Tundra Normal de Altura (Puna Altiplánica):** Ningún mes alcanza temperaturas medias mayores de 10°C, y por lo tanto, domina el frío sobre la sequedad. Hiela todo el año y hay una gran fluctuación térmica diaria, que puede alcanzar más de 25°C de diferencia entre el día y la noche. La atmósfera presenta baja presión y baja concentración de oxígeno, junto a alta radiación solar. La temperatura media anual se mantiene bajo 6°C. Las temperaturas mínimas absolutas bajan de 0° durante todo el año y en invierno, de -10°C. Clima ETH.
  
- **Provincia Tundra Húmeda Nubosa (Páramo):** La temperatura media fluctúa entre 2°C y 10°C; las máximas absolutas son entre los 19°C y 22°C. Las mínimas absolutas, son en su mayor parte, inferiores a 0°C. La precipitación fluctúa entre 800 mm y 2000 mm. La distribución de las precipitaciones es homogénea durante todo el año y las diferencias estacionales son mínimas. La humedad relativa no desciende de 80% y la nubosidad varía entre 5/8 y 7/8. La precipitación puede ocurrir como lluvia, granizo o nieve. Clima ETHni.

***Dominio Nival: "Glaciares y Nieve"***

- **Provincia Nival de Altura (Roqueríos y Nieve):** Corresponde al clima polar de altura, por lo cual no existe vegetación. Clima EFH.
  
- **Provincia Nival Normal (Antártica Glacial):** Debido a las características y limitaciones propias del clima, no existe vegetación. Clima EF.

La provincia se representa en escalas cartográficas de 1:2.000.000 o mayores, su nivel de resolución es nacional.

En resumen, la clasificación general de Reinos, Dominios y Provincias de Sudamérica es la siguiente (Gastó, Cosío y Panario, 1993):

Cuadro 3.4: Resumen de clasificación general de Reino, Dominio y Provincias de Sudamérica.

	Símbolo	Código
<b>Reino Seco:</b>	B	2000-000
<b>Dominio Desértico "Desierto":</b>	Bw	2100-000
Provincia Desértica de Neblinas "Desierto Litoral"	BWn	2101-000
Provincia Desértica Normal "Atacama"	BWt	2102-000
Provincia Desértica Muy Fría "Pampa Fría"	BWH y BWk,	2103-000
Provincia Desértica Transicional "Desierto Florido"	BWl	2104-000
Provincia Desértica Muy Cálida "Guajira"	BWh,i	2105-000
<b>Dominio Estepario "Estepa":</b>	BS	2200-000
Provincia Esteparia Seca "Ovalle"	BSlw	2202-000
Provincia Esteparia de Neblina "Serena"	BSn	2201-000
Provincia Esteparia Templada Invernal "Petorca"	BSl	2203-000
Provincia Esteparia Seco Invernal Muy Fría "Estepa Interandina"	BSwk, y BSw'k	2205-000
Provincia Esteparia Muy Fría Secoestival "Veranada de Montaña"	BSk,	2206-000
Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival "Patagonia Occidental"	Bsk,c	2207-000
Provincia Esteparia Secoinvernal Fría "Cochabamba"	BSwk	2204-000
Provincia Esteparia Cálida "Estepa Interandina Cálida"	BSwh y BSwh'i	2208-000
Provincia Esteparia Muy Caliente "Estepa Chaqueña y Ecuatorial"	BSwh, y BSwh,i	2209-000
<b>Reino Templado:</b>	C	3000-000
<b>Dominio Secoestival "Mediterráneo":</b>	Cs	3100-000
Provincia Secoestival Nubosa "Valparaíso"	Csbn	3101-000
Provincia Secoestival Prolongada "Mapocho"	Csbl	3102-000
Provincia Secoestival Media "Maule"	Csb2	3103-000
Provincia Secoestival Breve "Bío-Bío"	Csb3	3104-000
<b>Dominio Húmedo "Selva Templada":</b>	Cf	3400-000
Provincia Húmeda de Verano Fresco "Valdivia"	Cfb	3402-000
Provincia Húmeda de Verano Frío "Alcalufe"	Cfc	3403-000
Provincia Húmeda de Verano Fresco Mésico "Los Lagos"	Cfsb	3401-000
Provincia Húmeda de Verano Cálido "Pascua"	Cfa	3404-000
Provincia Húmeda de Verano Cálido con Tendencia Secoinvernal "Yunga Cálida"	Cfaw	3405-000
Provincia Fría de Tendencia Secoestival "Yunga Fría"	Cfbw'i, Cfbni, Cfbw y Cfbn	3406-000
<b>Dominio Secoinvernal "Pradera":</b>	Cw	3200-000
Provincia Secoinvernal Cálida "Perichaqueña"	Cwa	3201-000
Provincia Secoinvernal Fría "Valles Andino Templados"	Cwb y Cw'bi	3202-000
Provincia Secoinvernal Esteparia Transicional "Titicaca"	Cwc	3203-000
<b>Reino Boreal:</b>	D	4000-000
<b>Dominio Húmedo "Boreal":</b>	Df	4100-000
Provincia Boreal Húmeda Fría "Parque Austral"	Dfkc	4101-000
<b>Reino Nevado:</b>	E	5000-000
<b>Dominio Tundra "Tundra":</b>	ET	5100-000
Provincia Tundra Isotérmica "Yagán"	ETi	5103-000
Provincia Tundra Normal "Tundra Antártica"	ET	5104-000
Provincia Tundra Normal de Altura "Puna Altiplánica"	ETH	5101-000
Provincia Tundra Húmeda Nubosa "Páramo"	ETHni	5102-000
<b>Dominio Nival "Glaciares y Nieve":</b>	EF	5200-000
Provincia Nival de Altura "Roqueños y Nieve"	EFH	5201-000
Provincia Nival Normal "Antártica Glacial"	EF	5202-000



### *Categoría geomorfológica*

#### 4. Distrito

Los Distritos se localizan en la provincia respectiva y se representan en escalas de 1:250.000 o mayores. La determinación de los Distritos puede realizarse sobre la base de imágenes satelitales de esta escala, o sobre cartas topográficas que permitan obtener los desniveles o pendientes dominantes, a partir de la distancia calculada con escalímetro o regla entre curvas de nivel, con densidad conocida según la fórmula (Murphy 1967; 1968; Gallardo y Gastó, 1987):

$$\text{tg} = \frac{h}{L} = \text{arc tg} \frac{h}{L} = n$$

El valor de  $n$  puede ser convertido a porcentaje. Es recomendable no utilizar distancias horizontales excesivamente grandes, pues éstas tienden a enmascarar pendientes fuertes pero escalonadas.

Las clases de Distritos son las siguientes (Panario *et al.*, 1987):

1. *Depresional*: Son depresiones que presentan pendientes menores de 0,0% (Teixeira, 1980).
2. *Plano*: Son áreas de llanos de terrazas, valles o lomadas con pendientes de 0,0% a 10,4% (Fairbridge, 1968; Teixeira, 1980).
3. *Ondulado*: Son colinas con pendientes predominantes de 10,5% a 34,4% (Teixeira, 1980).
4. *Cerrano*: Son cerros con pendientes predominantes de 34,5% a 66,4% (Teixeira, 1980).
5. *Montano*: Son montañas con pendientes predominantes de 66,5% o mayores (Fairbridge, 1968).

En la escala provincial, el Distrito representa las grandes divisiones geomorfológicas de áreas climáticas homogéneas representadas por la Provincia. En la escala de representación provincial el Distrito se determina en las cartas orográficas de escala 1:250.000, lo cual es adecuado para representar extensas áreas. Los Distritos han sido descritos en esta escala, en diversas Provincias de la Región Andina.

En descripciones más detalladas, a nivel de municipio o finca, la escala de trabajo en la representación del distrito puede ser 1:50.000, cuando se trata de espacios de gran

superficie, mayores de 10.000 a 50.000 ha, o bien en escalas intermedias de 1:10.000 o mayores en predios de 1.000 a 2.000 ha. En predios pequeños, las escalas pueden ser de 1:5.000 o mayores.

En la escala predial, la determinación del Distrito se puede hacer utilizando diversas técnicas:

- a) *Cartas topográficas*: Determinación de las pendientes en base a las curvas de nivel y distancias horizontales determinadas en las cartas, tal como se indicó anteriormente. El cálculo se puede hacer en forma manual o con la ayuda de computadores, empleando sistemas de información geográfica.
- b) *Imagen satelital*: Determinación de relaciones entre pendientes y las características de la imagen, de acuerdo a las técnicas regulares para ello.
- c) *Pares estereoscópicos*: Se pueden emplear barras de paralelaje o apoyo de imágenes transparentes que se superponen a las fotos, permitiendo determinar en el gabinete la pendiente de cada área.
- d) *Determinación en terreno*: Se hace con la ayuda de un eclímetro, instrumento que permite medir ángulos y pendientes en el terreno.

### *Sitio como unidad de referencia*

#### 5. Sitio

El Sitio (SITI) corresponde al quinto nivel jerárquico del Sistema de Clasificación de Ecorregiones propuesto por Gallardo y Gastó (1987). Es la unidad de descripción de manejo y utilización, al cual se refieren las bases de datos y la información geográfica. Sitio es un tipo de tierra que difiere de otras en su capacidad potencial de producción de una cierta cantidad y calidad de vegetación (Dyksterhuis, 1949; Soil Conservation Service, 1962). El Sitio es un área de tierra con una combinación de factores edáficos, climáticos y topográficos significativamente diferentes a otras áreas (Society for Range Management, 1974).

El Sitio puede ser definido como un ecosistema que, como producto de la interacción de factores ambientales, engloba a un grupo de suelos o áreas abióticamente homólogas, que requieren de un determinado manejo y presentan una productividad potencial similar, tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo (Gastó, Silva y Cosío, 1990).



En una situación ideal climática, la categoría de Sitio puede estar determinada por la vegetación natural que lo caracteriza. Lo más frecuente, sin embargo, es encontrar alterada o ausente la vegetación natural, ya sea debido a la intervención antrópica o por catástrofes naturales. Es por ello que las clases de Sitio deben estar definidas no sólo por aquellos atributos más distintivos, sino que por aquellos más permanentes que los caracterizan. Fuera de las categorías superiores de Reino, Dominio y Provincia, relativas al clima y de Distrito, relativa a la geoforma, los atributos más relevantes correspondientes a este quinto nivel jerárquico son los siguientes:

- Textura-profundidad (TXPR).
- Hidromorfismo (HIDR).

Estos dos atributos son los de mayor jerarquía y persistencia en la clasificación del Sitio, por lo cual siempre deben ser considerados. Otros atributos pueden ser considerados además de los dos anteriores, cuando se comportan como limitantes del sistema, entre los cuales se debe considerar (Gastó, Silva y Cosío, 1990; Panario *et al.*, 1987):

- Pendiente (T).
- Exposición (E).
- Reacción (R).
- Salinidad-Sodio (S).
- Fertilidad (F).
- Pedregosidad (P).
- Materia orgánica (M).
- Inundaciones (I).

### *Categorías de Estado*

#### **6. Uso**

El Uso (USO) del Sitio se determina de acuerdo al destino asignado por el usuario, aun cuando en el momento su uso sea diferente, se clasifica en las siguientes categorías cualitativas (Gastó, 1979):

1. Residencial.
2. Tecnoestructural-industrial.
3. Cultivo.
4. Forestal.
5. Ganadero.
6. Minero.
7. Area Silvestre Protegida.
8. Sin uso.
0. No determinado.

## 7. Estilo

La transformación del ecosistema natural sin ningún uso antrópico, en un estado diferente, con un uso definido requiere llevar a cabo algunos cambios, lo cual implica necesariamente extraer información natural del sistema e incorporar información tecnológica, tal como fertilizantes, riego o razas mejoradas de ganado. Las categorías de Estilos (ESTI) de uso son las siguientes (Gastó, 1979):

1. Natural.
2. Recolector.
3. Naturalista.
4. Tecnologista.
5. Tecnificado.
6. Industrial.

### *Valoración del estado*

## 8. Condición

La categoría de Condición (COND) se establece para valorar el estado en que se encuentra el ecosistema-sitio, de acuerdo al uso asignado y al estilo de transformación. Cada uso y estilo de un sitio se valora en una escala relativa en relación a su estado ideal. Las categorías de condición son cinco (Dyksterhuis, 1949, 1958a, 1958b; Ellison, 1949, 1960; Ellison, Craft y Bailey, 1951; Infante, Gastó y Gallardo, 1989; Svejicar y Pavown, 1991):



1. Excelente.
2. Buena.
3. Regular.
4. Pobre.
5. Muy pobre.

## 9. Tendencia

La Tendencia (TEND) de la condición es la categoría inferior de valoración del cambio de estado del ecosistema-sitio en relación a un estado ideal. La tendencia evalúa la dirección del cambio instantáneo de la condición, que puede ser (Gallardo y Gastó, 1987):

1. Deteriorante ( ↓ ).
2. Estable ( → ).
3. Mejorante ( ↑ ).

## VARIABLES DETERMINANTES DEL SITIO

La identificación del Sitio debe estar definida por aquellos atributos más relevantes y permanentes que lo caracterizan. La vegetación puede permitir la identificación del Sitio cuando se encuentra en estado natural, no alterada o ausente, lo que generalmente no es el caso (Cosío, Gallardo y Gastó, 1990). El Sitio representa a las condicionantes del medio edáfico, pudiendo ser la vegetación sólo un indicador de ello.

Los atributos más relevantes son dos: textura-profundidad e hidromorfismo, siendo ambos, de mayor jerarquía y persistencia, por lo cual siempre se deben considerar (Panario *et al.*, 1988).

### *Textura-profundidad (TXPR):*

La textura del suelo es de importancia en la determinación de las características del Sitio. Indica la proporción de partículas de arcilla, limo y arena. Se clasifica en nueve clases:

1. Liviana - delgado.
2. Media - delgado.
3. Pesada - delgado.
4. Liviana - mediano.
5. Media - mediano.
6. Pesada - mediano.
7. Liviana - profundo.
8. Media - profundo.
9. Pesada - profundo.

Los límites de profundidad son  $\leq 0,30$  m, en el caso de los delgados, desde  $> 0,30$  m a  $0,80$  m, en los medios y  $> 0,80$  m, en los profundos.

#### *Hidromorfismo (HIDR):*

Describe la acumulación de agua en el medio edáfico, ocupando los poros entre las partículas texturales y agrupaciones estructurales. El hidromorfismo se categoriza en tres grupos principales: permanente, estacional y no hidromórfico. Cada uno de ellos se divide de acuerdo a la profundidad en: superficial, medio y profundo. Los límites de profundidad son los mismos que en el caso de TXPR (Cuadro 3.5). Se tienen las siguientes clases:

1. Hidromórfico permanente superficial.
2. Hidromórfico permanente medio.
3. Hidromórfico permanente profundo.
4. Hidromórfico estacional superficial.
5. Hidromórfico estacional medio.
6. Hidromórfico estacional profundo.
7. Drenaje lento.
8. Drenaje moderado.
9. Drenaje rápido.



Cuadro 3.5 Esquema del Cuadro general de Sitios posibles en cada Provincia y Distrito (Panario, et al., 1988; Gastó, Cosio y Panario, 1993), indicándose en cada casillero su código.

TEXTURA- PROFUNDIDAD	HIDROMORFISMO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Hidromórfico permanente superficial	Hidromórfico permanente medio	Hidromórfico permanente profundo	Hidromórfico estacional superficial	Hidromórfico estacional medio	Hidromórfico estacional profundo	Drenaje lento	Drenaje moderado	Drenaje rápido
1 Liviana-Delgado	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2 Media-Delgado	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3 Pesada-Delgado	31	32	33	34	35	36	37	38	39
4 Liviana-Mediano	41	42	43	44	45	46	47	48	49
5 Media-Mediano	51	52	53	54	55	56	57	58	59
6 Pesada-Mediano	61	62	63	64	65	66	67	68	69
7 Liviana-Profundo	71	72	73	74	75	76	77	78	79
8 Media-Profundo	81	82	83	84	85	86	87	88	89
9 Pesada-Profundo	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Las siguientes variables complementarias son opcionales, dependiendo de la importancia, tanto por ser limitantes o por otros atributos que posea el Sitio. En cada caso se elige sólo una cuando corresponda, o bien ninguna cuando basta con TXPR e HIDR para su descripción (Panario et al., 1988; Gastó, Silva y Cosio, 1990).

#### Pendiente (T):

El rango de pendiente del Sitio se puede dividir en las siguientes clases, que corresponden a subdivisiones del Distrito:

1. Depresión ( $< 0,0\%$ ).
2. Plano suave ( $\geq 0,0 < 4,5\%$ ).
3. Plano inclinado ( $\geq 4,5 < 10,5\%$ ).
4. Ondulado suave ( $\geq 10,5 < 17,5\%$ ).
5. Ondulado inclinado ( $\geq 17,5 < 34,5\%$ ).
6. Cerro suave ( $\geq 34,5 < 47,5\%$ ).
7. Cerro inclinado ( $\geq 47,5 < 66,5\%$ ).
8. Montano suave ( $\geq 66,5 < 95,5\%$ ).
9. Montano escarpado ( $\geq 95,5$ ).
0. No determinado.

*Exposición (E):*

Es la exposición del Sitio a la radiación solar, de acuerdo a los puntos cardinales y al viento y neblina, se agrupa en las siguientes clases:

1. Solana.
2. Umbría.
3. Levante.
4. Poniente.
5. Barlovento.
6. Sotavento.
7. Neblinas.
8. Sin exposición.
0. No determinado.

*Reacción (R):*

Corresponde a la alcalinidad o a la acidez, medida en pH del suelo y se establecen las siguientes clases:

1. Alcalinidad alta ( $\geq 8,5$ ).
2. Alcalinidad media ( $8,1 < 8,5$ ).
3. Alcalinidad leve ( $7,3 < 8,1$ ).
4. Neutro ( $6,6 < 7,3$ ).
5. Acidez leve ( $6,0 < 6,6$ ).
6. Acidez media ( $5,0 < 6,0$ ).
7. Acidez fuerte ( $< 5,0$ ).
0. No determinado.

*Salinidad-Sodio (S):*

Es una medida combinada de la conductividad eléctrica (CE) expresada en  $\text{mmhos m}^{-1}$  y del porcentaje de saturación de sodio. Las clases de salinidad-sodio aparecen en el Cuadro 3.6.



Cuadro 3.6: Clases de salinidad y sodio

	CE (mmhos/cm)	% saturación Na
1. Normal	$\leq 4$	$< 15$
2. Salino	$> 4$ a 8	$< 15$
3. Muy salino	$> 8$ a 15	$< 15$
4. Extremadamente salino	$> 15$	$< 15$
5. Sódico	$\leq 4$	$\geq 15$
6. Salino-sódico	$> 4$ a 8	$\geq 15$
7. Muy salino-sódico	$> 8$ a 15	$\geq 15$
8. Extremadamente salino-sódico	$> 15$	$\geq 15$
0. No determinado	--	--

*Fertilidad (F):*

Es la fertilidad potencial y corresponde a la capacidad de intercambio catiónico (CIC). Las clases son las siguientes:

1. Insignificante ( $< 5$  meq/100 g suelo).
2. Baja ( $5 < 10$  meq/100 g suelo).
3. Media ( $10 < 20$  meq/100 g suelo).
4. Alta ( $\geq 20$  meq/100 g suelo).
0. No determinado.

*Pedregosidad (P):*

Se pueden establecer clases de acuerdo al porcentaje de área ocupada por piedras. Son las siguientes:

1. Sin piedras.
2. Piedras a más de 30 m aparte y 0,01% del área.
3. 10 - 30 m aparte y 0,01 - 0,1% del área.
4. 1,5 - 10 m aparte y 0,1 - 3,0% del área.
5. 0,7 - 1,5 m aparte y 3 - 15% del área.
6. 15 - 45% del área.
7. 45 - 90% del área.
9. Roca o rocoso.
0. No determinado.

*Materia orgánica (M):*

Los restos orgánicos como mantillo o litera, se depositan sobre o bajo la superficie del suelo. Se clasifican en las siguientes clases:

1.  $0 < 1\%$ .
2.  $1 < 2\%$ .
3.  $2 < 5\%$ .
4.  $5 < 10\%$ .
5.  $10 < 25\%$ .
6.  $\geq 25\%$  y menor de 5 cm de espesor.
7.  $\geq 25\%$  y entre 5 y 30 cm de espesor.
8.  $\geq 25\%$  y más de 30 cm de espesor.
0. No determinado.

*Inundaciones (I):*

Las categorías de inundación son las siguientes:

1. Nunca inundado
2. Inundado ocasionalmente con aguas tranquilas
3. Inundado ocasionalmente con aguas tormentosas
4. Inundado usualmente,  $> 40\%$  de los años c/ aguas tormentosas
5. Siempre inundado, c/ aguas tranquilas, poco profundo
6. Siempre inundado / aguas detenidas y profundas: lagos, embalses o lagunas.
0. No determinado

El nombre científico del Sitio está dado por las variables que lo determinan. Ejemplo: textura media-profundo de drenaje moderado y alcalinidad media. El nombre vulgar es asignado por el usuario que determina el Sitio y debe tener una connotación local, relacionada con las condiciones culturales y geográficas propias del lugar representativo del Sitio (Panario *et al.*, 1988; Cosio *et al.*, 1990).

La nomenclatura del Sitio corresponde a un sistema de cuatro dígitos. El primero de ellos corresponde a la textura-profundidad (TXPR) y el segundo al hidromorfismo (HIDR). Estas dos variables están siempre incluidas para la determinación del Sitio.



El tercero corresponde a una letra que representa a alguna variable limitante, o variedad del Sitio, entre las cuales se tiene: pendiente (T), exposición (E), reacción (R), salinidad (S), fertilidad (F), pedregosidad (P), materia orgánica (M), e inundaciones (I). El cuarto dígito se refiere a la clase correspondiente a la variable limitante. A manera de ejemplo se tiene el siguiente Sitio: 34R2, lo cual corresponde a: Textura-profundidad: Pesada-Delgado, Hidromorfismo: Hidromórfico estacional superficial y Alcalinidad: media. En el caso que no exista variable adicional a TXPR e HIDR, el tercer dígito corresponde a una letra O y el cuarto a un número cero (0), tal como ocurre con un sitio 8800. La nomenclatura del Sitio debe ser referida al Reino, Dominio, Provincia y Distrito donde se encuentra.

La información correspondiente al Sitio, se registra en un formulario ad hoc. De acuerdo a los intereses del usuario, puede registrarse información adicional tanto del Sitio como del Distrito, Uso, Estilo, Condición y Tendencia, lo cual es privativo del que inventariaría el territorio y evalúa el recurso.

## CERCADO EN LA TAXONOMÍA ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA

### *Sistema de clasificación*

El sistema de clasificación administrativa de los espacios ecorregionales consta de diez categorías o niveles, que se ordenan de mayor a menor permanencia, de acuerdo a las variables que las definen y corresponden a las siguientes

1. Región (mundial).
2. País.
3. Provincia.
4. Municipio.
5. Predio.
6. Cercado.
7. Uso.
8. Estilo.
9. Condición.
10. Tendencia.

Cada categoría se define por las variables determinantes. Su clasificación se establece por los restantes atributos administrativos que corresponden a los organismos regionales, nacionales, locales o privados que organizan y administran cada espacio (Cuadro 3.6).

Las categorías superiores son de naturaleza meramente administrativa, donde los elementos del recurso natural se incorporan solamente en un contexto estadístico, ajeno a su dimensión ambiental. Las escalas de trabajo son tan pequeñas, que las variables que caracterizan a los fenómenos de la naturaleza, sólo se incorporan en un grado de abstracción ajeno al del ecosistema.

Las categorías intermedias combinan elementos administrativos con los pertenecientes al recurso natural y con la tecnología, tal como ocurre con el municipio y el predio. El cercado es la unidad de referencia y de análisis donde se localizan las bases de datos administrativas. Los atributos ecológicos del espacio se referencian al cercado, como unidad fundamental de gestión. Usualmente corresponde al potrero.

Las categorías inferiores de la clasificación se refieren al Uso y Estilo, y son iguales a los correspondientes al sistema ecológico. Es natural que así sea, pues se trata de administrar el recurso natural. El estado del cercado se debe, finalmente, valorar de acuerdo a normas similares a las del sistema ecológico, aunque considerando como propósito final, la obtención de un beneficio cuantificable a través de una evaluación administrativa del predio, planteada como una empresa.

Cuadro 3.6: Características fundamentales del sistemas de clasificación administrativa de ecorregiones.

Jerarquía y Permanencia	Categoría administrativa	Variables Determinantes	Clasificación	Nivel ecológico de resolución equivalente	Escala cartográfica aproximada
Alta	Región	Proximidad continental	Proximidad espacial y relaciones de flujo en grandes zonas o continentes	Reino	1:50.000.000
	País	Autonomía	Espacio administrado por un estado autónomo	Dominio	1:10.000.000
	Provincia	Local	Administración local del estado	Provincia	1:2.000.000
	Municipio	Local-Recursos	Administración pública de recursos	Distrito-Sitio	≥ 1:100.000
	Predio	Recursos-privados	Administración privada de recursos	Distrito-Sitio	≥ 1:10.000
	Cercado	Gestión	Gestión del recurso natural en el predio	Sitio	≥ 1:10.000
	Uso	Propósito	Propósito antrópico o destino	Uso	≥ 1:10.000
	Estilo	Artificialización	Tecnología. Tipo y grado de artificialización (Gallardo y Gastó, 1987)	Estilo	≥ 1:10.000
	Condición	Estado	Estado relativo en relación a un patrón de optimalidad	Condición	≥ 1:10.000
Baja	Tendencia	Cambio instantáneo de estado	Dirección instantánea del cambio	Tendencia	≥ 1:10.000



Sitio y Cercado son los equivalentes empleados como unidades fundamentales de referencia del sistema ecológico de clasificación de los espacios y del sistema administrativo, respectivamente. En las categorías municipal y predial se destaca la incongruencia generalizada entre los espacios administrativos correspondientes a los cercados y aquella de los espacios ecológicos o sitios. Es por ello que en las descripciones cartográficas se requiere indicar el uso y estilo asignado a cada sitio y cercado. Normalmente, un cercado abarca varios sitios diferentes y sus límites no corresponden entre sí. A la inversa, un mismo sitio se presenta a la vez en varios cercados. Las estadísticas prediales de producción y de gestión se hacen a nivel de cercado y no conllevan necesariamente una valoración económica, lo cual se hace normalmente a nivel predial, sin incorporar su dimensión espacial ni topológica.

### *Categorías superiores estatales*

Región es la categoría superior del sistema administrativo de clasificación de las ecorregiones; usualmente Región corresponde a un Continente, el cual se define como grandes extensiones de tierra rodeada de mar. Está constituida por agrupamiento de numerosos países vecinos que comparten una extensa porción de territorio, que puede ser un continente o una porción de él, tal como Sudamérica.

Las relaciones entre los países se establecen a través de asociaciones de libre comercio, relaciones culturales, integración productiva, o cualquier otro mecanismo administrativo que haga que la Región se comporte como un bloque homogéneo de países.

País es el segundo nivel dentro del sistema de clasificación. Corresponde a subdivisiones de la Región administrada por estados soberanos. Las fronteras de los países no coinciden normalmente con regiones ecológicas definidas, estando establecidos por ocupación histórica de territorios, por tratados internacionales, por la constitución de los estados y por tradiciones y nacionalidades. A nivel de país, la escala de resolución es de 1:10.000.000, por lo cual la dimensión ecológico-espacial del recurso natural es de escaso significado.

El tercer nivel jerárquico corresponde a Provincia. Son divisiones administrativas de los países que tienen como fin ordenar los grandes espacios territoriales y a los grupos poblacionales agrupados en territorios definidos, sin un equivalente de zonificación ecológica rigurosa. Su escala de trabajo es de 1:2.000.000. La denominación asignada a las categorías administrativas en que se subdividen los países, varía de un país a otro (Cuadro 3.7).

Las regiones o continentes en que se subdivide el mundo son las siguientes:

1. Europa.
2. Asia.
3. Africa.
4. América del Norte.
5. América del Sur.
6. Oceanía.

Los países de la región sudamericana son los siguientes:

01. Argentina.
02. Bolivia.
03. Brasil.
04. Chile.
05. Colombia.
06. Ecuador.
07. Guyana.
08. Paraguay.
09. Perú.
10. Surinam.
11. Uruguay.
12. Guayana Francesa.

Cuadro 3.7: Categorías administrativas de la región Andina de Sudamérica y España (basado en comunicaciones personales de investigadores de los países respectivos).

Nivel Jerárquico	Categoría	País						
		Argentina	Chile	Colombia	Ecuador	Paraguay	Perú	España
1	Macrorregión Mundial	Sudamérica	Sudamérica	Sudamérica	Sudamérica	Sudamérica	Sudamérica	Europa
2	Estados	Argentina	Chile	Colombia	Ecuador	Paraguay	Perú	España
3	División primaria del estado	Provincia	Región	Departamento	Provincia	Departamento	Departamento	Comunidad autónoma
4	División secundaria del estado	Departamento o partidos	Provincia		Cantón		Provincia Distrito	Provincia
5	Gobierno local	Municipio	Comuna o municipalidad	Municipio, Vereda	Parroquia, Recinto	Municipio	Municipio	Municipio
6	Administración particular	Campo	Predio	Predio	Predio	Predio	Predio	Finca
7	Espacio de Administración particular	Potrero o Lote	Potrero, encierra, campo o cuartel	Potrero			Potrero	Cercado, cuartel o parcela



A manera de ejemplo, se puede citar la subdivisión administrativa de Chile o Provincias, las cuales localmente se denominan Regiones (administrativas), y a su vez, se subdividen en Provincias (administrativas):

01. Tarapacá.
02. Antofagasta.
03. Atacama.
04. Coquimbo.
05. Valparaíso.
06. Libertador Bdo. O'Higgins.
07. Maule.
08. Bío-Bío.
09. La Araucanía.
10. Los Lagos.
11. Aysén.
12. Magallanes y Antártica.
13. Metropolitana de Santiago.

Continuando con el ejemplo de Chile, la región de Antofagasta se subdivide en las siguientes Provincias (administrativas):

01. Tocopilla.
02. El Loa.
03. Antofagasta.

### *Categorías mixtas locales-recursos*

El municipio es el cuarto nivel jerárquico del sistema administrativo. Se presenta en escalas amplias de desarrollo, de aproximadamente 1:100.000 o mayores, por lo cual permite reconocer los recursos naturales y llevar a cabo su gestión. Es la unidad de administración local y estatal de los recursos, por lo cual su dimensión ecológica es manifiesta.

Las poblaciones locales de la región ecológica agrupadas en ayuntamientos y comarcas, son las responsables y ejecutoras de la gestión y administración de los ecosistemas locales. El predio es una porción del municipio, representado en escalas de detalle aún mayores, que se administra privadamente por su propietario. La dimensión ecológica de su gestión es notable, alcanzando la máxima expresión en su integración ecológico-administrativa.

Es por las razones anteriores que la dimensión espacial y topológica de caracterización de los componentes del recurso natural es de la mayor importancia en su caracterización, por lo cual se requiere hacer uso de una cartografía detallada. La planificación de la ocupación del territorio se magnifica en las escalas municipales y prediales, por lo cual la dimensión ecológica y la cartografía son de importancia en la gestión.

El número de municipios y su denominación es variable dependiendo del país y de la provincia. A manera de ejemplo, se indican en el capítulo correspondiente los equivalentes a Chile. En el caso de los predios, su diversidad y magnitud varía entre extremos amplios, por lo cual no se indican en este trabajo.

### *Categorías prediales*

El predio es la unidad de trabajo y de manejo de los productores rurales de una zona dada. Es un espacio de recursos naturales conectados internamente y limitado externamente, cuyo fin es hacer agricultura. Es la unidad administrativa privada de organización del municipio. La constituyen propiedades, empresas y estilos de vida donde se hace agricultura, utilizándose los recursos naturales y aplicándose tecnologías de las más variadas tipologías.

El predio se compone de estructuras y de espacios, destinados a los más variados usos, donde se aplican estilos tecnológicos diversos. La integración de los recursos naturales, con los espacios y componentes más diversos, estructurados con algún propósito definido por el propietario, genera tipologías prediales diversas, que pueden agruparse en categorías arbitrarias. Estas tipologías se repiten en los diversos países del continente, aunque reciben nombres diferentes (Cuadro 3.8):

- *Hacienda*: Predios de gran extensión, adquiridos como merced real o por compra, en cuyo interior vivía una extensa población como vasallos o trabajadores, en poblados, dependientes de un señor o propietario. Está complementada con estructuras diversas y complejas, de manera de desarrollar principalmente en forma autárquica las labores agrícolas.
- *Comunidad*: Conjunto de parcelas o terrenos unidos por la tradición, propiedad unitaria, toma conjunta de decisiones, o algún otro mecanismo que los unifica total o parcialmente. Algunos elementos son comunes y otros privados.



- *Fundo*: Empresa agrícola de tamaño comercial, cuyo fin es hacer agricultura y producir excedentes para el consumo fuera del predio. Cuenta con estructuras tecnológicas y organización laboral compatibles con una organización productiva. Es autosuficiente en los procesos productivos, elementos y de insumos externos para la producción. El propietario y los trabajadores pueden vivir o no en el predio. De acuerdo al propósito reciben diversas denominaciones: estancia (ganadera), tambo (lechería), forestal (bosques cultivados), chacra (cultivos), parque (área silvestre protegida). Gozan de las ventajas de economía de escala.
- *Parcela*: Tiene su origen en la subdivisión de fundos o haciendas, o en la asignación de tierras en propiedad individual. Dado su tamaño, presentan menor grado de autarquía que el fundo y normalmente una mayor especialización de la producción y del trabajo. Su fin es comercial, aunque dado el escaso tamaño, con frecuencia no logran este objetivo. No presentan ventajas de economía de escala. Carecen de estructuras necesarias para actividades productivas complejas y diversas.
- *Quinta*: Terreno pequeño no apto para la producción comercial. Su fin es de recreación, habitación y esparcimiento del propietario, que no depende de ésta para su sustento. Se llevan a cabo algunas actividades agrícolas sin fin comercial. La vivienda del propietario es importante. Puede haber apoyo laboral externo. En general, la complejidad de las estructuras y la diversidad de propósitos rebasa el potencial productivo del terreno.
- *Solar*: Casa con terreno aledaño de huerta y jardín.
- *Erial*: Terreno baldío, abandonado, sin fines agrícolas, donde no existen estructuras de producción ni de habitación. Ocasionalmente puede utilizarse.
- *Predio*: Es un término general que incluye cualquiera de las tipologías. Finca.

Cuadro 3.8: Nombres dados en diversos países de habla castellana a las tipologías de predios rurales (basado en comunicaciones personales de investigadores de los países respectivos).

Nivel Jerárquico	Categoría y Nombre propio	País						
		Argentina	Chile	Colombia	Ecuador	Paraguay	Perú	España
1	Gran propiedad privada, autárquica, asentamientos humanos (Hacienda)	Estancia	Hacienda, merced	Hacienda	Hacienda	Misión	Hacienda	Hacienda
2	Gran propiedad, comunitaria, asentamientos humanos (Comunidad)		Comunidad, asentamiento, reducciones	Cabildo, reserva	Comuna	Colonia, campo comunal	SAIS	Propiedad municipal, Monte público
3	Gran empresa agrícola, escala comercial (Fundo)	Estancia (ganadera), tambo (leche), finca (hortalizas, riego)	Fundo (cultivo, ganadero), estancia (ganadera), forestal (bosques cultivados)	Finca, hacienda ganadera	Finca	Campo (cultivo), estancia (ganadera)	Fundo	Cortijo, dehesa, masía
4	Pequeña empresa agrícola, escala comercial o marginal (Parcela)	Chacra, campo, quinta	Parcela, chacra, lote	Parcela, lote	Parcela	Chacra	Parcela, chacra	Parcela, masía
5	Propiedad de agrado, actividades comerciales ocasionales (Quinta)	Quinta	Parcela agrado,	quinta, minifundio	Quinta, minifundio	Quinta	Quinta	Carmen, quinta
6	Terreno sin actividad (Erial)	Baldío, lote, terreno	Baldío, sitio eriazos, erial	Baldío	Baldío	Baldío	Eriazo	Erial
7	Casa con terreno aledaño de huerta y jardín (Solar)	Solar	Solar	Solar	Solar	Solar	Solar	Solar
8	Cualquiertipo de propiedad rural (Predio)	Predio	Predio	Predio	Predio	Predio	Predio	Finca

### Cercado como unidad de referencia

El cercado es el sexto nivel jerárquico del sistema administrativo. Corresponde a la subdivisión del espacio predial en unidades menores necesarias para su gestión ecológica y administrativa. El término cercado es de escasa difusión en el ámbito agrícola sudamericano donde se le denomina usualmente potrero. Fuera del anterior, otros términos empleados con frecuencia son: campo, encierra y cuartel. En el presente trabajo, cercado incluye también los espacios construidos o semiconstruidos tales como: bodegas (almacén), corrales, industrias y viviendas.

Los espacios administrativos en que se subdivide el predio, son de importancia porque constituyen las unidades de gestión y los centros de información donde se concentran las bases de datos generadas y la toma de decisiones relacionadas con las actividades agrícolas. Los productores agrícolas dividen los predios en un número indeterminado de espacios, cada uno de los cuales se destina a cumplir funciones



definidas y a ocupar una determinada superficie y porción relativa en relación a otros espacios. Los espacios o cercados se designan con un nombre propio y un número correlativo. La información inherente a cada cercado que se indica en los diversos sistemas de caracterización, es la superficie ocupada por el espacio respectivo.

### *Categorías de estado*

El Uso (USO) del Cercado se determina de acuerdo al destino asignado por el usuario, aún cuando en el instante, su uso sea diferente, se clasifica en las siguientes categorías:

1. Residencial.
2. Tecnoestructural-industrial.
3. Cultivo.
4. Forestal.
5. Ganadero.
6. Minero.
7. Area silvestre protegida.
8. Sin uso.
0. No determinado.

### *Estilo*

La transformación del ecosistema natural sin ningún uso antrópico, en un estado diferente; con un uso definido requiere llevar a cabo algunos cambios, lo cual implica necesariamente extraer información natural del sistema e incorporar información tecnológica tal como fertilizantes, riego o razas mejoradas de ganado. Las categorías de estilo (ESTI) de uso son las siguientes:

1. Natural.
2. Recolector.
3. Naturalista.
4. Tecnologista.
5. Tecnificado.
6. Industrial.
0. No determinado.

### *Valoración del estado*

#### Condición

La categoría de condición (COND) se establece para valorar globalmente el estado en que se presenta el cercado, de acuerdo al uso asignado y al estilo de un cercado, se

valora en una escala relativa en relación al estado ideal. Las categorías de condición son las siguientes:

1. Excelente.
2. Buena.
3. Regular.
4. Pobre.
5. Muy pobre.

#### Tendencia

La tendencia de la condición del cercado es la categoría inferior de valoración del cambio de estado del cercado, en relación a un estado ideal. La tendencia evalúa la dirección del cambio, instantáneo de la condición, que puede ser:

1. Deteriorante ( $\downarrow$ ).
2. Estable ( $\rightarrow$ ).
3. Mejorante ( $\uparrow$ ).

#### Productividad

Es una medida global del output, resultante de la interacción de las características del cercado con las variables de estado del sistema ecológico, incluyendo las prácticas de manejo y los inputs adicionados.

#### Capacidad sustentadora

Es una medida global de la capacidad de mantener fitomasa en el caso de plantas o zoomasa en el caso de animales, en condiciones normales de productividad sostenida. En ganadería se expresa normalmente en unidades animal año (UAA), o en su equivalente. (Gastó, Cosio y Panario, 1993).



## Capítulo 4

# Sistema de clasificación para las ecorregiones de Chile

### INTRODUCCIÓN

La zonificación ecológica se fundamenta en la caracterización jerárquica de los atributos ambientales. En este sentido, Chile se ve afectado por los movimientos de rotación y traslación de la tierra, lo cual da origen a una dinámica de circulación atmosférica que desencadena diversas manifestaciones climáticas.

En invierno el Polo Sur recibe muy poca radiación, las temperaturas son muy bajas, y, por lo tanto, allí las altas presiones aumentan notoriamente y las bajas presiones se desplazan hacia el norte como frente frío. Los ciclones que corren siguiendo ese frente, afectan a las regiones de Chile ubicadas más al norte. Así, las lluvias llegan hasta el río Copiapó. En el desierto de Atacama hay zonas en donde no se tiene registro de que haya habido lluvia. En tanto, en el altiplano, frente a Arica, suele llover en verano dado que el continente a esa latitud se calienta y hace que las masas de aire al elevar su temperatura se expandan, bajen su densidad y asciendan generando frentes de baja presión, de modo que avanzan hacia el sur en verano cubriendo la parte del altiplano que recibe el invierno Boliviano, provocándose con ello dichas precipitaciones.

A su vez en la región del Bfo-Bfo se produce una transición en que hacia el norte sólo evolucionan los ciclones en invierno y hacia el sur se presentan frentes de baja presión tanto en invierno como en verano.

Toda esta dinámica de presiones y vientos determina diferentes tipos de hábitat que se pueden clasificar de acuerdo a rangos de precipitación y temperaturas, discriminando las estacionalidades con que se presentan estas variables.

Para ordenar jerárquicamente las variables climáticas se consideró el sistema de clasificación climática de Köppen (1984) que define zonas fundamentales de climas (Reinos), tipos fundamentales de climas (Dominios o biomas) y variedades climáticas específicas o generales (Provincias).

Pero la regionalización ecológica atribuye importancia también a la geoforma como un agente discriminador de paisajes y de hábitat diferentes (Distritos). Asimismo, el *ambiente edáfico es el último atributo, dentro de un orden jerárquico*, que permite regionalizar ecosistemas (Sitios). El resto de las variables que afectan a un territorio (vegetación o cobertura vegetal, el grado de intervención antrópica, el tipo de manejo y la valorización del estado) están consideradas dentro del estado ecosistémico y subordinadas a las demás categorías que definen la esencia de una ecorregión.

## REINO SECO (2000)

### **Dominio Desértico. Desierto** (2.100.000.000)

Los desiertos ocurren donde no llueve o donde llueve durante el invierno en cantidades en que la precipitación en centímetros es menor que la temperatura media anual en grados centígrados. Cuando la lluvia es irregular, la precipitación es menor que la temperatura más siete. En las zonas donde la precipitación se registra durante el verano, debido a la menor eficiencia hídrica, la precipitación es menor que la temperatura más catorce. En todos los casos representa un déficit hídrico extremo, que refleja un balance deficitario entre los aportes naturales de agua de lluvia y la evapotranspiración potencial. A menudo, el agua en el suelo se saliniza debido a que las sales disueltas no se lixivian o escurren acumulándose gradualmente en el suelo. En estas condiciones ambientales, se van seleccionado los organismos mejor adaptados a la sequedad y a la salinidad, capaces de conservar el agua o de evadir la sequía (Gallardo y Gastó, 1985).

Los suelos de desierto, en los sectores de topografía ondulada o pronunciada, son normalmente pedregosos y delgados, debido a que la erosión ha arrastrado las partículas por las aguas durante los años más lluviosos, cuando las precipitaciones se concentran en tormentas o lluvias intensas, circunstancias que además permiten el arrastre de piedras. El material es arrastrado por las quebradas, formándose en las



partes más bajas, donde fluyen hacia el plano, conos de deyección y planos depositacionales. El material más grueso se deposita en la parte alta del cono y lo más fino es arrastrado hacia el llano, donde se deposita anualmente en capas delgadas.

En el llano, debido a la escasa precipitación, las sustancias de la superficie se eluvian hacia los horizontes más profundos, que no permiten, usualmente, el paso de las raíces ni del agua.

La adaptación de los organismos del desierto a la escasez de agua se logra por dos mecanismos diferentes: resistencia a las pérdidas de agua, o bien escapando de la sequía, a través de un crecimiento en los períodos más favorables y permaneciendo latentes el resto del año. Las especies crecen rápidamente después de las lluvias, cuando las condiciones ambientales son favorables y luego permanecen inactivas como semillas, durante la estación seca. Presentan mecanismos sofisticados para germinar cuando la precipitación sobrepasa ciertos límites críticos. Las especies perennes, por su parte, se presentan permanentemente en forma vegetativa, pero sus ciclos estacionales son marcados, los cuales se expresan preferentemente a través de la pérdida de follaje durante los períodos secos y desarrollo durante el período lluvioso. El ciclo de crecimiento, en este caso, está regulado por la precipitación y no por la temperatura (Mc Naughton y Wolf, 1973).

Las especies suculentas poseen mecanismos de almacenamiento de grandes cantidades de agua para ser utilizada durante los períodos de sequía. Durante la noche, cuando las temperaturas son bajas, presentan la capacidad de abrir los estomas. Durante el día permanecen con los estomas cerrados para prevenir las pérdidas de agua. Durante la noche estabilizan los fotosintatos intermedios almacenados durante el día (Neales *et al.*, 1968). La eficiencia de asimilación de anhídrido carbónico en relación a las pérdidas de agua, es en esta forma mayor en este grupo de plantas que en otros no adaptados a las condiciones del desierto (Mc Naughton y Wolf, 1973).

Los animales del desierto presentan mecanismos de adaptación que les permiten reducir el consumo de agua o bien de escapar a la sequía. Numerosos mamíferos adaptados a ambientes del desierto permanecen activos durante la noche. Durante el día evitan el calor y las condiciones descendentes del aire permaneciendo protegidos en madrigueras subterráneas, donde las condiciones ambientales son más favorables. Mecanismos similares a éstos presentan las lagartijas, aun cuando su actividad se concentra al amanecer y atardecer, permaneciendo inactivas el resto del tiempo. En épocas extremas de sequía, numerosos animales del desierto permanecen en etapas de semihibernación, con tasas reducidas de metabolismo e, incluso, adquiriendo el agua a través del metabolismo de depósitos grasos.

Los desiertos más importantes del mundo son: Sahara, Península Arábiga, Gobi, en el norte de Africa y Centro de Asia. En Sudamérica, junto a la costa del Océano Pacífico, se tiene el Desierto de Atacama, donde la precipitación es insignificante y, junto al Caribe, el Desierto de la Guajira, en Colombia y Venezuela.

La productividad de los desiertos está limitada por las disponibilidades hídricas, siendo una relación lineal hasta valores de la estepa. Los desiertos pueden ser regados cuando existe disponibilidad hídrica, proveniente de otras cuencas donde se producen escurrimientos. En este caso, son altamente productivos y el suelo o la salinidad comienzan a ser el factor limitante. La textura y los nutrientes se tornan en los elementos reguladores del sistema. Se requiere de grandes volúmenes de agua para eliminar el exceso de sales que se generan con el riego o, de otra forma el sistema comienza a salinizarse.

El dominio desértico, en Chile, presenta cuatro provincias de ecorregiones y son las siguientes: De Neblinas, Normal, Muy Frío, y de Transición (Figura 4.1: Carta de Ecorregiones de Chile).

#### **Provincia Desértica de Neblina. Desierto Litoral** (2101-000-000)

Se extiende por la costa norte de Chile y el Sur de Perú, desde el Norte de La Serena (29°40' L.S.), hasta Trujillo (07°50' L.S.), respectivamente. En Chile abarca una superficie de 1.634.900 ha, con una longitud de 1.300 km. y una amplitud de 7 a 16 km.

El clima es seco, con neblinas matinales abundantes, las cuales aportan la mayor proporción de la humedad durante 250 días al año. Las oscilaciones medias anuales son de 5° a 7°C. El clima desértico con nublados abundantes. La temperatura es baja y homogénea (media anual varía entre 17°C y 19°C) comparado con el clima adyacente al interior. La precipitación anual fluctúa entre 0 mm, en el extremo norte, hasta 100 mm, en el extremo sur de la Provincia. Comprende dos zonas geomorfológicas principales: planicies marinas y llanos de sedimentación fluvial. Las planicies son estrechas, de 3 a 8 km, e interrumpidas y se extienden entre límites altitudinales de 0 a 300 m. s.n.m., al pie del muro costero litoral.

Durante un período de 350 días del año o mayor, permanece libre de heladas. Posee 1.500 mm de evapotranspiración potencial, entre Copiapó (27°L.S.) y Antofagasta (23°L.S.) y alcanza 1.800 mm de evapotranspiración potencial en Arica (18°30' L.S.). La radiación solar varía entre 150 Kcal/cm<sup>2</sup> al año, en la costa, y 170 Kcal/cm<sup>2</sup> al año, en el límite oriental con el desierto normal.



Las áreas Peruano-Chilenas constituyen regiones costeras con características de vegetación invernal, desde los 8° L.S. en Trujillo, y continuando hacia Chile (pasados los 18° L.S.), entre el nivel del mar hasta los 1.000 m.s.n.m. La humedad relativa es constantemente alta, especialmente entre mayo y septiembre. La escasa a nula lluvia se registran en los meses de junio a esporádicas lluvias veraniegas y aún alcanzan magnitudes fuera de la común, pero son anuladas por la incidencia del sol y la temperatura. Sólo la humedad atmosférica mantiene el suelo húmedo y evita la evaporación, permitiendo la germinación de semillas de hierbas efímeras. Estas se desarrollan tan sólo en los meses de invierno y principios de primavera, alcanzando productividades que varían entre 740 a 1.500 kg. MS/ha/año; las mayores productividades son variables y erráticas, dependiendo casi exclusivamente de la duración de la época húmeda (Torres y López, 1982). El mes más caluroso es enero, con 20°C y los meses más fríos son junio, julio y agosto, con 13°C. En base a Köppen (1948) el clima de esta provincia corresponde a Bwnh o Bwn.

Los ríos aportan una limitada cantidad de agua, la cual se utiliza para el riego de cultivos de alto valor, donde se hace uso de las condiciones favorables del clima. En el curso inferior de los ríos la concentración salina es con frecuencia tan elevada que su valor para el riego se hace insignificante.

La superficie total de Chile de la provincia, en pasturas, es de 713 ha. y la de praderas es de 759.190 ha; estas últimas usualmente no utilizadas, debido a su escasa productividad. La carga animal media de la provincia es de 107,71 ha/UA año y la productividad secundaria 0,56 Kg de peso vivo ha/año. Existe un total de 7.074 UA en la provincia, de las cuales, 1.756 UA son de bovinos, que se localizan en los valles regados y 1.523 UA son de caprinos, los cuales utilizan los sectores de secano del extremo sur de la provincia. La producción secundaria anual es de 428,0 toneladas de peso vivo animal.

### **Provincia Desértica Normal. Atacama** (2102-000-000)

Esta provincia se presenta al interior de la costa chilena, sobre una altitud de 600 a 1.000 m.s.n.m. y hasta, aproximadamente, los 2.500 m.s.n.m. Se extiende desde los 10° L.S en Perú, hasta los 26°30' L.S. En Chile, abarca una superficie de 9.266.200 ha, con una longitud de 950 km. y un ancho máximo de 175 km. con rango medio de 90 a 120 km.

El clima desértico o desierto de Atacama alcanza las características más severas y puras. Se encuentra generalmente entre altitudes de 1.000 m.s.n.m, lo cual correspon-

de a un desierto cálido. La humedad relativa mensual del aire fluctúa entre 46% y 58%, siendo la media anual 52%. Las precipitaciones anuales, usualmente son cercanas a 0 mm y alcanzan hasta 5 mm. Otras características importantes del clima son la gran limpidez de la atmósfera y la fuerte oscilación diaria. La fuerte oscilación no está dada por un recalentamiento diurno, sino que por un enfriamiento nocturno, que alcanza hasta temperaturas cercanas a 0°C. El período libre de heladas varía entre 200 y 365 días al año.

La evapotranspiración potencial fluctúa entre 2.000 mm y 2.300 mm al año. La radiación es 170 a 190 Kcal/cm<sup>2</sup>/año. En los sectores marginales se presentan ocasionalmente cada 5 a 7 años o lapsos mayores, lluvias torrenciales, generalmente durante el verano.

Este clima se representa simplemente como BWT, según el modelo de Köppen.

La geoforma característica está dada por dos áreas principales: la Cordillera de la Costa y Cordilleras Altiplánicas y un amplio distrito de pampas. Estos llanos aparecen cruzados por quebradas que nacen en la Cordillera de los Andes.

Las áreas de secano, normalmente están desprovistas completamente de vegetación. Los pastizales se desarrollan donde existen condiciones hídricas que hacen posible su existencia. Lo más connotado es la Pampa del Tamarugal, donde se presenta la formación natural dominada por *Prosopis tamarugo*, de escasa diversidad de especies y desprovista de estratificación. También existen planicies de esta especie, la cual produce frutos y hojas que se utilizan como alimento para el ganado. En los lugares salinos con napa superficial (distrito depresional), se presenta *Distichlis thalassica* y diversas clases de suelo y calidad del agua pueden ser mejores, donde predominan pasturas de *Medicago sativa* o de ésta asociada con *Prosopis chilensis*. Los ambientes de mejor calidad, sin embargo, son destinados para cultivos.

La superficie total de pasturas de esta provincia es de 392 ha. y la de praderas 1.262.232 ha. aun cuando estas últimas usualmente no se utilizan o son de escaso valor pastoral. La carga animal media de la provincia es de 232 ha/UA/año y la productividad es de 0,19 kh/ha/año, lo cual es insignificante. Existe un total de 5.55 UA, predominado ovinos, camélidos y caprinos. Los ecosistemas utilizados por el ganado se localizan principalmente en los valles regados, pampas hidromórficas y oasis. Las praderas de secano son de un valor pastoral casi nulo o nulo. La producción de peso vivo es de 234,5 ton/año.



### Provincia Desértica muy Fría. Pampa Fría (2103-000-000)

Esta provincia o Desierto Alto Andino, circunda por Bolivia, Chile y Perú a la gran planicie altiplánica de Tundra. Es una faja pre-altiplánica árida que se extiende desde los 9°L.S., por el flanco occidental de la Sierra, en Perú, por sobre los 2.000 m.s.n.m. y hasta los 3.000 m.s.n.m., como una transición a la estepa muy fría y a la tundra altiplánica. Continúa por Bolivia, al sur de la cuenca del lago Titicaca, y al Oeste de la Cordillera de Frailes. Por debajo de los 4.000 m.s.n.m., termina en Chile en 29°40'L.S., cuya altitud fluctúa entre 2.500 m.s.n.m y 3.800 m.s.n.m.

Este desierto de altura, en Chile, abarca una superficie de 3.489.300 ha con una longitud de 1.350 km., un ancho máximo de 105 km. y un rango de amplitud media entre 20 km y 40 km., presentado en varios sectores amplitudes inferiores a 7 km.

El clima de esta provincia, en lo térmico, presenta características propias del desierto, pero durante la estación de invierno altiplánico, que corresponde al verano astronómico, recibe algunas precipitaciones de origen convectivo. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 5 mm, en el límite con el desierto templado, hasta 170 mm, en el ecotono con la Tundra de Altura. Los meses lluvioso son de enero a marzo.

El promedio térmico anual es de 10°C, a los 3.000 m.s.n.m, en la Estación Meteorológica Ollagüe, Chile (21°3'L.S-68°16'L.O.).

El período libre de heladas está casi ausente, en el límite inferior a los 2.000 m.s.n.m. y hasta menos de 100 días al año libre heladas; la evaporación potencial se presenta con valores cercanos a 2.000 mm al año, en las cercanías del Salar de Atacama (23°30'L.S y más de 2.000 m.s.n.m.) hasta poco más de 1.300 mm en el límite con la Tundra. Los vientos son, a menudo, fuertes y fríos. El clima de esta provincia se presenta, según el modelo de Köppen, como BWK'.

El componente geomorfológico comprende tres unidades principales: plano inclinado árido, gran fosa de los salares altiplánicos y precordillera de origen tectónico.

El uso principal de área corresponde a praderas nativas, que se caracterizan por su bajo valor pastoral, las cuales mantienen ovinos y caprinos en los campos de secano. En las áreas regadas se cultiva *Medicago sativa*, *Triticum aestivum*, *Citrus sp.* y *Olea* europea, además de *Trifolium pratense* para heno, destinado a la producción de leche.

**Provincia Desértica Transicional. Desierto Florido**  
(2104-000-000)

Se extiende desde los 25°L.S. hasta los 29°40'L.S. Abarca una superficie de 4.118.900 ha. con una longitud de 550 km. y un rango de amplitud de 50 km a 75 km. El clima es desértico transicional y, de acuerdo al modelo de Köppen, se representa como BWh.

Las oscilaciones térmica diarias son más marcadas que en el desierto normal y las precipitaciones siguen siendo escasas, pero mayores que en aquél. Es una transición hacia las estepas templadas. El número de días del año en que se registran precipitaciones fluctúa entre 1 y 3, y ocurren entre mayo y agosto. Las precipitaciones se incrementan hacia el sur y el oriente de la provincia, desde 5 mm a 50 mm al año. La temperatura media anual es de alrededor de 16°C y las máximas medias y mínimas mensuales 23°C y 8°C, respectivamente, en Vallenar (28°35' L.S. - 70°46' L.O y 470 m.s.n.m.). La geomorfología comprende tres unidades: Pampa ondulada, Pampa transicional y Plano inclinado árido.

El desarrollo de la vegetación es escaso debido a las limitantes hídricas. Durante los años lluviosos germinan semillas que permanecen latentes en los períodos en que no se registran lluvias, siendo su crecimiento efímero, pero abundante (Desierto florido).

Las praderas ocupan una superficie de 3.046.614 ha. La carga animal media de la provincia es de 209,2 ha. por unidad animal y su productividad es de 0,23 kg/ha/año. La masa ganadera que soporta es 14.593 U.A. donde predominan los caprinos, en los sectores de secano más favorecido y los bovinos en los valles regados. La producción secundaria de la provincia es de 687 ton. peso vivo/año.

**Dominio Estepárico**  
**Estepa**  
(2200-000-000)

La estepa se presenta en aquellos lugares donde la precipitación es inferior al límite de la sequedad del ambiente, lo cual permite el desarrollo de una vegetación xerófila. En general, las precipitaciones se producen en forma más o menos irregular, aunque con tendencia a concentrarse en algunas época del año, que puede ser durante el verano o bien durante la estación fría.

La vegetación predominante es arbustiva, baja o de cojín (caméfitas), o bien de poáceas perennes (hemicriptófitas) formando un tapiz uniforme, pero ralo. En ocasiones, se



produce una mezcla de ambos tipos. En ecosistemas estepáricos peritropicales o perisabanoides para ser más precisos, presentan un paisaje bien estratificado, con leñosas espinosas del tipo nanofanerófitas, asociadas a suculentas y una estrata herbácea poco desarrollada a base de poáceas, principalmente, que compiten con las leñosas por los espacios abiertos. Existe una amplia variación en la tipología de estepas, que va desde las que se desarrollan en ambientes cálidos a los fríos. La vegetación estepárica tiene una característica general de distribución espaciada de las plantas individuales, dejando amplias áreas desnudas entre las plantas. El espaciamiento reduce la competencia por agua, lo que, en otra forma, resultaría en muerte o pérdida de vigor de las plantas.

Los suelos pardos de la estepa se desarrollan en áreas donde la evapotranspiración potencial es mayor que la precipitación. Son, en general, suelos delgados, con una capa de carbonato de calcio bajo la superficie, en el caso de los suelos provenientes de material generador depositado por un período prolongado donde los procesos pedogénicos han predominado sobre los morfogénicos. En aquéllos de reciente transporte y depositación, no se presenta el horizonte comentado ni la estratificación de horizontes. La lixiviación de nutrientes, debido a la escasez de precipitación es escasa, a pesar de lo cual la productividad del sistema es baja, debido a las limitantes del clima. La materia orgánica que cae desde las plantas se deposita sobre el suelo, sin incorporarse dentro de él, por lo cual su contenido es bajo. Cuando no existen horizontes subsuperficiales, la transformación en suelos regados de cultivo puede representar un incremento material de la productividad. A pesar de tratarse de suelos zonales, una alta proporción de sus características son heredadas del material parental, salvo en suelos muy antiguos, donde el tiempo ha permitido una evolución dependiente del clima.

La vegetación es de escaso crecimiento, en relación a la fitomasa en pie, aérea y subterránea que debe soportar. Las poáceas perennes (hemicriptófitas), que en ocasiones forman un tapiz continuo, son sensibles al pastoreo, por lo cual sólo una fracción de su fitomasa en pie puede ser cosechada por el herbívoro o, en caso contrario, la pradera se deteriora y se invade por leñosas y otras plantas de inferior calidad. Así el crecimiento es marcadamente estacional.

La geofoma genera ambientes edáficos diferentes. En los distritos planos y ondulados, el ecosistema es de características xeromórficas y de baja productividad. En los distritos depresionales, en sitios donde se acumula agua en abundancia o donde afloran napas, se desarrollan comunidades hidromórficas, denominadas comúnmente vegas, mallines o bofedales, que usualmente son altamente productivas. En condiciones endorreicas, de alta evapotranspiración y escasa precipitación, la vega puede evolucionar hacia un salar. Esta asociación de ambientes hidromórficos y xeromórficos es uno de los rangos más características de la estepa.

El dominio estepárico presenta en Chile cinco provincias, tres de las cuales son de tendencia templada y dos frías. Las primeras provincias son: Esteparia de Neblina o La Serena, Esteparia Seca u Ovale y Esteparia Templada Invernal o Petorca. Estas tres provincias corresponden al sub-Dominio Estepario Templado o Estepa Templada. Las segundas son Esteparia Muy Fría Secoestival o Veranada de Montaña y Esteparia Muy Fría Tendencia Seco Estival o Patagonia Occidental. Las dos últimas corresponden al Sub-Dominio Frío o Estepa Fría (Carta Ecorregiones de Chile).

**Provincia Esteparia de Neblina. La Serena**  
(2201-000-000)

Se extiende entre los 29°30' L.S. Abarca una superficie de 699.000 ha. con una longitud de 330 km y amplitud media de 15 a 30 km.

El elemento climático más relevante es la presencia de nubosidad nocturna y matinal por la subsidencia de aire subtropical y del mar frío adyacente, que provee la humedad.

La media anual de humedad relativa no presenta variaciones marcadas a lo largo del año, pero sí a través del día, siendo mayor en la mañana que en la tarde. Las precipitaciones anuales varían con la latitud, desde 100 mm en el extremo norte, hasta 300 mm en el extremo sur. El comportamiento de las temperaturas extremas diarias es moderado, siendo raro el caso de que las temperaturas absolutas superen los 30°C, durante el verano, y bajen de los 2°C, durante el invierno. Sólo el 10% de los días del año poseen temperaturas medias bajo los 10°C, mientras que prácticamente todo el año posee temperaturas medias sobre los 15°C. Esta es parte de la denominada comúnmente zona mediterránea árida o secano de la costa del centro norte de Chile. Según el modelo de Köppen, esta provincia se representa como BSn.

La superficie total de pastizales es de 448.517 ha., siendo 426.409 ha de praderas y 3.303 ha de pasturas. La carga animal promedio de la provincia es de 7,50 ha/UA/año. Las especies animales preponderantes son caprinos y ovinos, en los ecosistemas de secano, y bovino en los valles regados. La existencia total de ganado alcanza a 59.805 UA y su productividad es de 3.086 toneladas de peso vivo/año.

**Provincia Esteparia seca. Ovale**  
(2202-000-000).

Se extiende desde los 29°30' L.S. hasta los 31°10' L.S. Abarca una superficie de 872.300 ha. con una longitud de 200 km. y una amplitud de 40 a 60 km.



Las características más sobresalientes están dadas por un aumento de la precipitación anual, desde 100 mm, en el extremo norte, a 200 mm, en el límite sur, por la relativa estabilidad anual de las temperaturas y por las relaciones entre ambas. Entre el 80% a 90% de la precipitación se registra durante los meses de invierno, de mayo a agosto. Dichos meses son semiáridos. Esta es parte de la denominada zona mediterránea árida o secano interior de serranías.

Las temperaturas medias anuales varían entre 12°C y 16°C, siendo su oscilación entre el mes más frío y el más cálido de 8°C a 10°C. Las temperaturas extremas medias presentan diferencias entre 14°C y 18°C en el año, alcanzando, en el verano, máximas absolutas que sobrepasan los 32°C, y mínimas absolutas que bajan de los 0°C, en invierno. La evapotranspiración potencial alcanza valores de 1.000 a 1.800 mm al año. Según el modelo de Köppen, esta provincia se representa como BSn.

La superficie total de pastizales es de 743.262 ha., siendo 710.018 ha de praderas y 2.019 ha de pasturas.

La carga animal media es de 7,34 ha/UA1 y su productividad 4,02 kg. de peso vivo/ha/año. La existencia de ganado es de 101.195 UA en una superficie de 4.603 ha. de pasturas y de 701.016 de praderas. Las especies más importantes son caprinos, con 56.884 unidades animal, además de ovinos, en el secano y de bovinos en riego.

### **Provincia Esteparia Templada Invernal. Petorca** (2203-000-000)

Se extiende entre los 31° L.S. Abarca una superficie de 866.100 ha con una longitud de 185 Km. y una amplitud media de 40 a 50 km. Las isoyetas, de 200 mm y de 350 mm, señalan los márgenes norte y sur de la provincia, respectivamente. Desde el punto de vista térmico, nueve a once meses tienen potencialidad vegetativa por presentar promedios mensuales superiores a 10°C. El 80% a 90% de las precipitaciones se concentra en los meses de más fríos de mayo a septiembre, con 14 a 25 años con lluvia. Los meses húmedos fluctúan entre tres, en el extremo norte, y cinco en el sur. Aquí termina la denominada zona mediterránea árida o secano interior. La atmósfera se presenta normalmente libre de nubosidad, desde noviembre a marzo, con una media anual de 140 a 180 días despejados. La geoforma predominante es cerrana con pendientes predominantes de 35% a 55%. Según el modelo de Köppen esta provincia se presenta como BSIw.

La superficie de pastizales de la provincia es de 511.241 ha., de las cuales 4.105 ha. son de pasturas y 488.481 ha. de praderas. La mayor cantidad de ganado corresponde

a los bovinos y caprinos con 44.771 UA y 21.469 UA, respectivamente. La productividad secundaria de la provincia es de 6.655 ton. al año. La carga animal es de 5,39 ha/UA/año, lo cual produce 13,02 kg/ ha de peso vivo.

**Provincia Esteparia Muy Fría Secoestival. Veranada de Montaña**  
(2206-000-000).

Se ubica en Chile y Argentina. En Chile, se extiende desde los 24°30' L.S. hasta los 41°40' L.S., presentándose en forma discontinua en su parte sur. Abarca en Chile una superficie de 5.141.500 ha. y una longitud de 1.920 km con una amplitud media de 30 a 40 km. Su altitud es variable de acuerdo a la latitud; en el extremo norte fluctúa entre 2.000 y 3.200 m.s.n.m., en tanto que en el extremo sur fluctúa entre 1.200 y 1.500 m.s.n.m. Sobre dichas altitudes ya corresponde al Dominio Tundra o al Dominio Nival.

El ritmo de las temperaturas está regido por la altitud, registrándose una oscilación superior a 10°C. El ciclo diario de la temperatura contrasta fuertemente entre el día y la noche o mejor dicho entre insolación y el período de sombras. Este ciclo diario es asociado al viento, que acompaña todo el período de insolación.

La precipitación se concentra en los meses de mayo a septiembre, durante el invierno. En el sector septentrional el período de lluvias es de 3 meses, aumentando de 4 a 5 meses en el extremo meridional. Según el modelo de Köppen el clima de esta provincia se representa como BSk's.

La carga animal media de la provincia es de 21,78 ha/US y su productividad es de 3,70 kg. de peso vivo/ha/año. Existe un total de 11.05 ha de pasturas y 2.162.108 ha. de praderas. La carga animal existente es de 101.033 UA, de la cual más de la mitad son de bovinos, siguiéndole en importancia caballares y caprinos. La producción secundaria es de 8.138 ton. de peso vivo al año.

**Provincia Esteparia Muy Fría de Tendencia Secoestival**  
**Patagonia Occidental**  
(2207-000-000).

Se extiende en forma discontinua entre los 37°45' L.S. y los 54° L.S. Abarca una superficie de 5.499.600 ha, con una longitud de 500 km en su sección continua más prolongada, si bien presenta una extensión de 1.000 km. Comprende un rango medio de amplitud de 500 km. a 90 km.



La cordillera de los Andes, para todo el sur y austral del país, constituye una barrera climática importante. Con sus relieves casi siempre cerrados, juega un papel de mecanismo desencadenador de las lluvias. De este modo, se genera una oposición climática notable entre la vertiente occidental y la oriental de la montaña. Mientras en la primera la lluvia alcanza valores de 5 y más metros, quizás hasta diez, en la segunda éstas disminuyen rápidamente, y más allá de las estribaciones andinas se desarrolla una zona de mesetas marcadas por el sello de la aridez. Las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todo el año, de tal modo que no hay estación seca definida.

Las precipitaciones fluctúan entre 200 mm y 400 mm, siendo los meses más lluviosos los de otoño, marzo, abril y mayo y los de primavera, septiembre, octubre y noviembre. La temperatura media es de 4,8°C a 6,5°C; la media del mes más caluroso supera los 11°C y la media del mes más frío es de 2,5°C. La geofoma predominante es plana o ligeramente ondulada. La provincia se representa como BSk'(s).

La superficie de pastizales abarca un total de 2.548.485 ha, de las cuales, 12.686 ha son de pasturas, el resto son praderas. La carga animal media de la provincia es de 7,82 ha/UA y la productividad secundaria es de 6,15 kg. de peso vivo/ha/año. Existe en la provincia un total de 325.734 UA, de las cuales 258.172 son de ovinos y 56.683 UA de bovinos. La producción secundaria es de 156.677,5 toneladas de peso vivo animal.

## REINO TEMPLADO (3000-000-0000)

### Dominio Secoestival. Mediterráneo (3100-000-0000)

Se presenta en ambientes templados con precipitaciones invernales y sequía estival. Se denomina usualmente mediterráneo. Las temperaturas mínimas diarias de los meses más fríos usualmente no descienden de cero grados. La vegetación está representada por árboles y arbustos de tamaño medio (microfanerófito o nanofanerófito), con follaje siempre verde, denso y grueso, que se denomina esclerófito.

La estación de lluvias se prolonga por cuatro a nueve meses, dependiendo de las condiciones climáticas del área.

El período de sequía está usualmente relacionado con la precipitación total. La vegetación presenta una estructura poliestratificada, predominando las leñosas. En los

ambientes más favorables, predomina una estrata de árboles, formando una cubierta densa con follaje esclerófito. En ambientes más secos, la cubierta arbórea puede ser rala y, bajo ésta, presentarse una cubierta arbustiva discontinua. Bajo el arbolado, existen ejemplares aislados de gramíneas (poáceas) perennes (hemicriptófitas) desarrolladas y de plantas de bulbos (geófitas). Ocasionalmente, durante el período invernal, se desarrollan especies anuales efímeras (terófitas), que persisten durante la temporada de lluvias.

La diversidad de especies es intermedia entre la del bosque templado y la de la estepa. La vegetación es más rala que la del bosque y su sensibilidad es mayor.

La falta de lluvias durante el verano, la ausencia de temperaturas bajas y la presencia ocasional de heladas, le dan a este dominio una condición ideal para los cultivos hortícolas y de frutales templados. Los rendimientos de los cultivos anuales y de los perennes son elevados. La escasez de lluvias permite mantener un nivel alto de fertilidad del suelo, sin generar condiciones de salinidad, por lo cual el ambiente para los cultivos y para la ganadería es ideal.

Este dominio se presenta en la costa de California, en Norteamérica, y en la región Central de Chile, en Sudamérica; se presenta, además, en el extremo sur de Africa, en la región del Cabo, y en la región suroeste y centro sur de Australia, además de la región circundante al mar Mediterráneo, en el Viejo Mundo.

Cuando la vegetación leñosa original es destruida por el fuego o eliminada por medios mecánicos o por cultivos, la cubierta se transforma en una pradera denominada por especies herbáceas anuales de autorresiembr (terófitas) con algunos arbustos y gramíneas perennes (poáceas hemicriptófitas) intercaladas. La época de crecimiento de las herbáceas se inicia con las primeras lluvias, en el otoño, y se continúa hasta la primavera, al inicio del período de sequía estival.

Durante la estación de lluvias se produce el mayor crecimiento vegetativo, período en el cual la fauna presenta un mayor desarrollo. Predominan mamíferos pequeños, invertebrados, además de aves y de algunos mamíferos mayores, algunos de los cuales migran durante el período favorable. Los vertebrados residentes son pequeños y poco vistosos, lo cual les permite mimetizarse con la vegetación, entre los cuales destacan lagartijas, pequeños roedores y conejos. Debido a la distribución espacial de la vegetación que dificulta el movimiento de los animales, predominan aquellos mejor adaptados a estas condiciones.

Este dominio se presenta en cuatro provincias (Carta de Ecorregiones de Chile, Figura 4.1)



- i) Secoestival nubosa o Valparaíso
- ii) Secoestival prolongada o Mapocho
- iii) Secoestival media o Maule
- vi) Secoestival breve o Bío-Bío

**Provincia Secoestival Nubosa. Valparaíso**  
(3101-000-0000)

Se extiende entre los 32°15' L.S., al norte de Valparaíso, hasta los 37°00' L.S., al sur de Concepción. Abarca una superficie de 1.509.688 ha. con una longitud de 556 km y un rango de amplitud de 40 a 60 km.

Las temperaturas son moderadas, donde no existe nieve y casi no se producen heladas. Las precipitaciones anuales se concentran en el invierno, aumentando de norte a sur, desde 400 mm. hasta 1.100 mm. Además de las precipitaciones acuosas, las precipitaciones de neblinas son abundantes. Las geoformas más características son la planicie litoral de origen fluviomarino y la Cordillera de la Costa, caracterizada por los distritos ondulados y cerranos. La provincia se representa climáticamente por el modelo de Köppen como Csbn. Corresponde a parte de la zona mediterránea semiárida, subhúmeda o secano de la costa.

La carga animal de la provincia es de 319.049 UA, de las cuales 170.892 UA son de bovinos y 79.332 UA, son de ovinos. Se requieren en promedio 3,43 ha. para soportar una unidad animal año, siendo su productividad de 25,00 kg. de peso vivo animal/ha/año. La producción total de la provincia es de 27.374,2 ton de peso vivo animal año.

**Provincia Secoestival Prolongada. Mapocho**  
(3102-000-0000)

Se ubica en Chile Central, y se extiende entre los paralelos 32°30' L.S. y los 34° L.S. Abarca una superficie de 797.200 ha, con una longitud de 150 km. y una amplitud de 45 a 75 km. Su altitud media es de 200 m.s.n.m. a 700 m.s.n.m. El clima es templado de verano seco y larga estación de sequía, con un período de 6 a 8 meses. Usualmente se incluye en el mediterráneo a pesar de que las condiciones térmicas son más suaves que las de ese clima en el Viejo Mundo. La amplitud térmica diaria, en cifras medias, es alta. Uno de los rasgos más considerables del clima es el notable refrescamiento de las temperaturas máximas absolutas, que raramente sobrepasan los 34°C o 35°C y las mínimas usualmente no bajan de 0°C, salvo en algunos días durante el invierno. La precipitación anual es de 300 mm a 500 mm y en los lugares de mayor altitud puede alcanzar a 600 mm. La provincia se representa por el modelo de Köppen como Csb1.

Las geoformas o distritos predominantes de la provincia son Plano y Depresional y, en parte, Cerrano. El área de valles regados es lo más valioso y productivo, siendo destinados principalmente en el área norte de Santiago, siendo su productividad menor que en el sector plano de valles, debido a problemas de hidromorfismo. Los distritos cerranos y montanos son de escasa productividad.

La provincia tiene una carga animal permanente de 168.141 UA, de las cuales 102.606 UA son de bovinos y 32.959 UA de cabalares. En promedio, se requieren 2,38 ha/UA/año, siendo su producción secundaria media de 41,26 kg. de peso vivo animal / ha/año. La superficie de pasturas es de 26.424 ha y de la praderas 286.457 ha, siendo importante también las rastrojeras. La provincia produce 16.557 ton. de peso vivo animal al año.

### **Provincia Secoestival Media. Maule** (3202-000-0000)

Se extiende entre los 34° L.S. y los 36°40' L.S. Abarca una superficie de 2.446.800 ha, con una longitud de 320 km y una amplitud de 60 a 85 km.

El clima es templado de verano seco y con una estación húmeda igual a la de la sequía. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 500 y 1.100 mm. La temperatura media es de alrededor de 14°C, las máximas medias son de 22°C y las mínimas medias de 7° a 8°C. La mayoría de los meses fríos del año son lluviosos, teniendo una proporción de meses lluviosos y secos equivalentes. El clima corresponde a lo que se denomina comúnmente mediterráneo subhúmedo o secano interior. Las temperaturas mínimas de algunos días durante los meses más fríos bajan normalmente de 0°C. La provincia se representa según el modelo de Köppen como Csb2.

El paisaje más característico está dado por el Llano Central, que contiene los distritos planos, de los valles, de los ríos que cruzan la provincia. En estos distritos predominan las pasturas y cultivos de riego, al igual que en el distrito Depresional. Las geoformas cerrano y montano son de escasa productividad, debido a las restricciones propias del sitio o a la cobertura de bosque o de matorral que predomina.

La superficie de pastizales es de 1.628.504 ha, de las cuales 96.685 ha son de pasturas y el resto de praderas. Existe un total de 525.936 UA. en la provincia, de las cuales 306.841 UA son de bovinos, 112.970 UA son de cabalares y 50.098 UA son de ovinos. La producción es de 48.804 ton. de peso vivo/ha/año. Se requieren 3,10 ha para soportar una UA durante un año, las cuales producen en promedio 29,72 kg. de peso vivo/ha/año.



### **Provincia Secoestival Breve. Bío-Bío** (3204-000-0000)

Se extiende entre los 35° L.S. y 39° L.S. Es de una longitud de 460 km, con una superficie de 3.327.500 ha.

El clima de la Provincia es templado de verano seco y corta estación de sequía, de menos de cuatro meses. El verano, aunque es de templado a fresco, se siente más cálido por efecto de la humedad ambiental. Las precipitaciones de 1.000 mm, a 1.300 mm, generan, en las vertientes cordilleranas y en las colinas, una cubierta arbórea o arbustiva. La temperatura media es de 13.5°C, siendo la máxima media de alrededor de 20°C y la mínima de 8°C. La provincia se representa por el modelo de Köppen como Csb3.

### **Dominio Húmedo. Selva Templada** (3400-000-0000)

Es el bosque lluvioso que se desarrolla en el ambiente más frío. En las latitudes australes presenta una estacionalidad marcada, dependiente de la temperatura invernal. La disponibilidad hídrica es abundante, aun cuando su crecimiento es limitado por variables térmicas y edáficas. La diversidad de especies animales y vegetales es menor que en la selva tropical, pero mayor que en otros sistemas forestales. La fitocenosis alcanza gran estatura y fitomasa, lo cual permite una eficiente conservación de los nutrientes y una alta productividad.

La renovación del bosque, unida a las precipitaciones abundantes, desencadenan un proceso de lixiviación que conduce a un empobrecimiento del suelo, al ser transformado en cultivo o en pastizal. De acuerdo a la intensidad de las precipitaciones el problema puede ser de mayor o menor envergadura.

Los suelos del dominio templado húmedo son los podzoles, y se caracterizan por presentar los horizontes perfectamente separados y algunos fuertemente coloreados. Los horizontes superiores son de color pardo gris. Estos suelos se forman en regiones con climas templados y abundante lluvia, con una cubierta de bosque. El suelo se caracteriza por un alto grado de lixiviación, lo cual conduce a la pérdida de cationes y a un pH frecuente de 4,0 a 4,5. La lixiviación del hierro y del aluminio desde el horizonte A deja una capa sílicea creciente bajo una gruesa capa de mantillo. El horizonte B1 está bien desarrollado. El horizonte B2 tiene una capa humificada precipitada y de color oscuro y una capa gruesa amarillo-rojiza. Bajo ésta, se presenta una capa B3 gruesa y de color amarillo (Clapham, 1973).

En este bioma se asientan los países más desarrollados del mundo occidental, en el hemisferio norte. También se presentan en el hemisferio sur, en el extremo de Sudamérica y en Nueva Zelanda, también se halla en latitudes ecuatoriales pero con cierta influencia tropical. La transformación del bosque en praderas y en cultivo ha sido un proceso generalizado.

En este dominio, en Chile, se distinguen cuatro provincias; i) Húmedo de Verano Fresco y Mésico o Los Lagos; ii) Húmedo de Verano Fresco o Valdivia; iii) Húmedo de Verano Frío o Alacalufe y iv) Húmedo de Verano Cálido o Pascua (Carta de Ecorregiones de Chile).

### Provincia Húmeda de Verano Fresco y Mésico. Los Lagos (3401-000-0000)

Se extiende entre los 38°30' L.S., incluyendo una parte de la isla de Chiloé. Abarca una superficie de 3.997.600 ha. con una longitud de 530 km y una amplitud de 120 km.

El clima corresponde a templado húmedo de verano fresco y tendencia a mésico. Las variaciones durante el verano suelen disminuir, reduciéndose a montos insuficientes para compensar la evapotranspiración, lo cual no alcanza a un mes. La vegetación natural no se afecta dado que los montos anuales mantienen el suelo permanentemente húmedo y sólo se observan leves variaciones en el nivel freático. La precipitación media anual es superior a los 1.200 mm e inferior a los 2.500 mm.

La geomorfología comprende la sección sur del llano central con morrenas, el llano central afectado por la tectonia del hundimiento y sitios de la cordillera volcánica. También se caracteriza por la presencia del sistema de barrera morrénica y precordillera sedimentaria de peñas aisladas de la región periglacial y lacustre de volcanismo activo.

Los suelos corresponden a cenizas volcánicas, en el sector del llano central y a lateritas pardo-rojizas hacia la costa; en los sectores de depresión predominan suelos *hidrorrojizos de ñadis*. Durante algunos meses del año, todo el perfil está saturado de agua. Según el uso de agua, durante el verano pueden secarse parcialmente. El uso principal de la tierra son praderas y pasturas intercaladas o rotadas con cultivos anuales. Son de alta productividad pero presentan agudos problemas de fijación de fósforo.



La carga animal media de la provincia es de 2,31 ha /UA y la productividad, 49,6 kg. de peso vivo por ha, lo cual corresponde al valor máximo que se registra en el país. La superficie total de pastizales es de 2.636.313 ha, donde viven 1.140.328 UA., lo cual es lo más alto en el país, produciéndose un total de 130.587 toneladas de peso vivo al año. La especie animal más importante es el bovino.

**Provincia Húmeda de Verano Fresco. Valdivia**  
(402-000-0000)

Se extiende entre los 36°15' L.S. y 41° L. S. Abarca una superficie aproximada de 2.541.900 ha., con una longitud de 780 km y una amplitud de 30 a 45 km. Incluye además el archipiélago de Juan Fernández.

El clima es templado húmedo de verano fresco y con alta humedad del aire, superior a 80%. El clima es húmedo durante los doce meses del año. La precipitación es de aproximadamente 1.000 mm en el extremo septentrional, al sur de Concepción, aumentando hacia el sur, siendo de 2.400 mm en Valdivia. La temperatura media anual es de 11,9°C, en Valdivia, siendo la máxima media de 16,9°C y la mínima media de 7,5°C. Según el modelo de Köppen, esta provincia se representa por la fórmula Cfb.

Las geoformas predominantes son: la planicie litoral de sedimentación marina y fluvio marina, la cordillera de la Costa y los llanos lacustres.

La vegetación natural incluye las formaciones de Selva Valdiviana de la Costa, Matorral Costero mesomórfico, Parque y Selva de Chiloé.

La superficie total de pastizales es de 1.645.836 ha, de las cuales 44.572 ha son de pasturas, 101.706 ha de rastrojeras y 1.499.555 ha de praderas. La carga animal es de 3,44 ha/UA y su producción es de 32,90 kg. de peso vivo animal/ha/año. Existe un total de 478.140 ton. de peso vivo animal. La especie más importante es el bovino.

**Provincia Húmeda de Verano Frío. Alacalufe**  
(3403-000-0000)

Se extiende principalmente con isla y también como sectores continentales entre los 41°20' L.S. hasta los 56° L.S. Abarca una superficie de 12.108.400 ha., con una longitud de 1.620 km., una amplitud máxima de 370 km y un rango de amplitud entre 90 km y 150 km.

El clima es templado húmedo de verano frío a mésico denominado también clima templado frío con gran humedad. Cuatro meses al año presentan temperaturas superiores a los 10°C. El mes más frío es agosto con 6°C. La amplitud de la oscilación diaria es baja, menor de 6°C. Las precipitaciones anuales son abundantes, superiores a 2.500 mm y sobrepasando en una amplia proporción de la superficie los 4.000 mm. Todos los meses son lluviosos, siendo algo más secos en septiembre y octubre. El principal factor restrictivo de la vida es la fuerza y presencia del viento. La vegetación arbórea sólo prospera en las partes abrigadas del viento; en las partes expuestas hay un matorral achaparrado de escaso interés económico. Durante los meses de invierno, el viento es escaso. Un rasgo muy importante es su baja insolación, el porcentaje de días despejados es inferior al 5%.

La geomorfología de la provincia comprende, de acuerdo a Borgel (1965), cuatro unidades geomorfológicas: La Cordillera de la Costa, afectada por la tectónica del hundimiento, las cordilleras patagónicas insulares, la sección sur del llano central, afectada por la tectónica del hundimiento, y algunos sectores australes de la cordillera volcánica.

El uso principal de la zona es de áreas silvestres protegidas, o de vegetación con escasa utilización. En sectores muy definidos, cercanos a centros poblados, existe algo de uso de la vegetación en ganadería. Las pendientes elevadas y la precipitación abundante lixivian los nutrientes y generan ecosistemas en extremo frágiles y de baja productividad ganadera. Las laderas se presentan usualmente cubiertas de vegetación leñosa, por lo cual no son de vocación ganadera. Las depresiones húmedas y las más secas soportan ocasionalmente ganado.

La vegetación tiene un aspecto de selva siempre verde, relativamente densa, rica en especies y formando un estrato vegetacional de árboles de gran tamaño, un estrato de arbustos y un estrato de hierbas que cubre el suelo.

La superficie de pastizales es 2.613.219 ha. donde la productividad es de sólo 6,57 Kg. de peso vivo por ha al año, y se requieren 12,22 ha por UA. Existe un total de 212.903 UA, de las cuales la mitad son bovinos y el resto son principalmente ovinos. Las condiciones para el desarrollo ganadero son limitadas, debido a la alta precipitación, lixiviación de nutrientes del suelo, pendientes excesivas de las laderas, hidromorfismo elevado en las depresiones y baja luminosidad y temperatura.



**Provincia Húmeda de Verano Cálido. Pascua**  
(3404-000-0000)

Se presenta en la Isla de Pascua, que está ubicada en la longitud 109° 30' L.O. y 27° 10' L.S., abarcando una superficie netamente oceánica y subtropical. El verano es cálido tanto por la radiación solar como por la presencia de vapor de agua en la atmósfera, y la probabilidad de lluvia existe durante todo el año. El invierno es suave, el clima se aproxima a una permanente primavera. La precipitación anual media es de 1.149 mm y la humedad relativa de 81%. La temperatura máxima media 24,3° C y la mínima media 16,8° C. Según Köppen, corresponde al clima Cfa .

Los suelos de la provincia derivan de cenizas volcánicas o lavas descompuestas. Son suelos generalmente delgados y presentan una alta pedregosidad. Predominan los suelos arcillosos (Ettiene *et al.*, 1982).

La vegetación se caracteriza por formaciones herbáceas que ocupan el 90% de la superficie, lo que indica el carácter pastoral de la provincia. De las 14.300 ha. ocupadas por praderas, un 20% tiene, al menos, un 50% de la superficie descubierta. La vegetación es monótona dominada por praderas, con una flora pobre de especies.

La productividad secundaria es de 24,05 kg. de peso vivo por ha y la carga animal es de 2,05 ha/UA. Existe un total de 5.544 UA, predominando los ovinos y cabalares. En total, se faenan 272,9 ton. de peso vivo al año. La superficie de pastizales es 11.342 ha, de las cuales, 11.102 son de praderas.

**REINO BOREAL**  
(4000-000-0000)

**Dominio Húmedo Invernal. Boreal**  
(4100-000-0000)

El clima es marcadamente estacional, con un largo invierno y un verano corto. La vegetación que caracteriza al bioma es de gran estatura, donde viven animales, también de un tamaño considerable tales como: morsa, caribú, venados, osos, glotón, castores y varias especies de aves de gran tamaño, lo cual ocurre en el hemisferio norte. En el hemisferio sur, el dominio es de escaso significado.

La comunidad vegetal es simple, caracterizándose por un bajo número de especies y de estratas. Usualmente se presentan comunidades con una especie forestal, o bosque

de *Araucaria araucana*, sin estratas arbóreas inferiores, aunque con la presencia de una productividad del bosque es inferior que la de cualquier otro sistema forestal.

Los suelos boreales son de podzol, delgados, debido al lento proceso de intemperización y a la calidad y cantidad de desechos forestales que se acumulan sobre la superficie del terreno, los cuales, debido a la pobreza de sus componentes no enriquecen mayormente el suelo. En el Dominio Boreal se presenta sólo una Provincia, denominada Parque Austral (Carta de Ecorregiones de Chile).

**Provincia Húmedo Invernal Fría. Parque Austral**  
(4101-000-0000)

Se caracteriza climáticamente por un invierno húmedo y frío, con una temperatura media de  $-3^{\circ}$  C, pero de veranos típicos, de medias mayores a  $10^{\circ}$  C. Representa una forma transicional entre los tipos climáticos extremadamente lluviosos y decididamente oceánicos de la vertiente occidental y territorios antepuestos, con el clima húmedo invernal frío, promediando algunas características de ambos. Los atributos térmicos y la relativamente uniforme distribución estacional de las precipitaciones, posibilitan el desarrollo del bosque decíduo. Las sumas anuales de precipitación fluctúan entre poco más de 400 mm hasta casi 620 mm. Una proporción de las precipitaciones invernales cae en forma de nieve. Clima Dfk'c, según el modelo de Köppen.

La superficie total de la provincia es de 2.412.417 ha, de las cuales 2.383.463 ha son de praderas y 26.808 ha de pasturas. Existe un total de 267.227 UA, de las cuales, 154.888 UA son de ovinos y 97.850 UA de bovinos. La capacidad sustentadora es de 9,03 ha/UA y la productividad de 7,42 kg/ha/año. La producción secundaria total de la provincia es de 17.909 ton/año.

**REINO NEVADO**

**Dominio Tundra**  
(5100-000-0000)

La característica principal de la tundra es la baja temperatura y el corto período de crecimiento, de aproximadamente dos meses, permaneciendo el resto del tiempo con el suelo congelado. La vegetación de la tundra es una pradera, donde predominan poáceas, ciperáceas, juncáceas, líquenes, musgos y arbustos pequeños. Debido a las bajas temperaturas, la acción de las bacterias degradadoras es lenta, por lo cual, se acumula materia orgánica sin descomponerse, en un ambiente húmedo, lo cual se



presenta en los llanos y en las depresiones. En las posiciones más altas, el ambiente edáfico es más seco y la vegetación está representada sólo por algunas poáceas y líquenes, que forman una cubierta rala.

Los árboles están ausentes, excepto en las vecindades de los ríos, donde pueden formar bosques de galerías. También se presentan en las laderas protegidas, donde el permafrost es más profundo, o permite un período de crecimiento más prolongado. También se pueden presentar arbustos bajos. La diversidad de especies es baja y su crecimiento es escaso.

Los animales de sangre caliente, a pesar del rigor del clima, se presentan y permanecen activos durante todo el año. Entre éstos cabe destacar el reno, o al caribú, carnero y buey armizcleño, zorro ártico, turón de Noruega (*Mustela furo*), chocha o perdiz de nieve (*Lagopus* spp.). Además, se presentan diversas aves e insectos migratorios, entre los que sobresalen los dípteros picadores, tales como mosquitos. En relación a las poblaciones animales merece destacar las irrupciones violentas que ocurren durante las estaciones y años.

Los suelos de la tundra son delgados a muy delgados, irregulares y húmedos, debido a la falta de drenaje originado en la impermeabilidad del permafrost. La intemperización y desarrollo del material parental es escaso. El subsuelo está permanentemente congelado. El contenido de materia orgánica de los horizontes superiores es elevado.

El dominio tundra, en Chile, se encuentra en dos provincias de ecorregiones: i) Tundra de altura o Puna altiplánica; ii) Tundra isotérmica o Tundra austral (Carta de Ecorregiones de Chile).

#### **Provincia Tundra de Altura. Puna Altiplánica** (5101-000-0000)

Se ubica en parte de Chile, Perú y Bolivia. En Chile abarca una superficie de 3.504.099 ha. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 400 y 1.000 mm. al año, que son marcadamente estivales, registrándose durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. La altitud fluctúa desde 3.800 a 4.700 m.s.n.m., lo que combinado a la oscilación diaria de temperatura, que baja normalmente de cero grado durante la noche, congelándose tanto los bofedales o sitios depresionales, como también los cursos de agua y sube durante el día, hasta sobrepasar 10° C a 20° C. Todos los días prácticamente se presentan heladas, la evapotranspiración potencial varía entre 1.700 mm, en la latitud del Desierto de Atacama, y 1.100 mm, en las partes en que recibe

más de 300 mm de precipitación. La radiación solar alcanza valores de 170 a 180 Kcal/cm<sup>2</sup>. Según el modelo de Köppen la provincia se presenta como ETH.

En Chile, las geoformas más características son de planicie o altiplano y las depresiones hidromórficas de bofedales, donde se concentra una alta proporción de la productividad de las praderas, además de los salares que se forman en las cuencas salinas intermontañas, de marcado endorreísmo.

Para Chile se tienen los siguientes antecedentes: La carga animal existente es de 90,36 ha/UA/año. La superficie de pasturas es de 3.037 ha y la de praderas 3.501.062 ha. La existencia de ganado es de 38.796 UA, de las cuales, 14.201 UA son de llamas, 12.166 UA de ovinos y 5.030 UA son de alpacas. La producción secundaria es de 1.029,3 ton. de peso vivo al año.

Estas vastas extensiones latitudinales, por el clima, no son aptas para el cultivo y sólo presentan aptitud para la ganadería a base de camélidos sudamericanos, además de vida silvestre y cosecha de agua.

#### **Provincia Tundra Isotérmica. Tundra Austral (5103-000-0000)**

Se extiende en forma discontinua entre los 39° 10' L.S. y los 56° 30' L.S. Incluye a la isla Diego Ramírez ubicada a 56° 30' L.S. Abarca una superficie de 3.730.300 ha con una longitud de 1.920 km y un rango de amplitud de 60 a 140 km.

El clima corresponde a tundra isotérmica, lo cual permite el desarrollo de la vegetación de tundra. Por tratarse de un relieve accidentado, existe con frecuencia un drenaje accidentado, lo cual no permite la retención de agua en los poros del suelo, necesario para la formación de la tundra verdadera. En las geoformas o distritos planos, aparecen líquenes y musgos en forma de cojín, lo cual es típico de las tundras. Ningún mes del año tiene temperaturas superiores a los 10° C y la precipitación es elevada.

La temperatura media anual es de 6,2° C, siendo el mes más frío el de julio, con 4,2° C y el más cálido, febrero, con 8,6° C. La amplitud térmica diaria es de 4° C. Todos los meses registran más de 200 mm al año y ninguno sobrepasa los 271 mm. La nieve es permanente. El clima se representa como ETi, según Köppen.

Las unidades geomorfológicas que la componen, de acuerdo a Borgel (1965), son: cordillera volcánica, cordillera patagónica, cerros y lagos de control tectónico, cordi-



lleras patagónicas insulares, cordilleras patagónicas continentales y sectores de tierras bajas de la Estepa Fría Magallánica.

Los suelos son pardos podzólicos, podzoles y litosoles pardos, con húmicos de Gley y suelos de Bog en los sectores con poco drenaje.

La vegetación corresponde a la formación de tundra magallánica, que es típica de regiones de alta precipitación, bajas temperaturas durante todo el año, frecuentes vientos y falta de drenaje natural, resultante de una topografía plana tendiente a crear un subsuelo impermeable, debido a la iluviación de sales férricas y magnésicas en un modelo ácido, producido por la oxidación incompleta de los restos vegetales.

### **Dominio Nival** (5200)

#### **Provincia Nival de Altura. Roqueríos, Nieve y Hielo** (5201-000-0000)

Se extiende en forma discontinua a lo largo del sistema andino chileno entre los 17° 40' L.S. y los 55° 10' L.S. Abarca una superficie aproximada de 9.139.100 ha, cubriendo una longitud de 200 km con una amplitud media entre 40 km. y 770 km. El clima corresponde a polar de altura y se representa como EFH, según Köppen.

La geomorfología, de acuerdo a la clasificación de Borgel (1965), en los sectores de mayor altitud sobre la línea de vegetación, presenta las siguientes unidades: cordones andinos prealtiplánicos, altiplano, cordones con cuencas salinas intermontanas y marcado endorreísmo, cordilleras y sierras transversales con drenaje exorreico, cordillera con retención crionival, cordillera volcánica, cordillera patagónica y glaciares continentales.

La línea de la vegetación tiende a disminuir con el aumento de la latitud. En el extremo norte ocurre a altitudes mayores de 4.500 m.s.n.m. No existe vegetación en la provincia, o sólo se presenta en cantidades insignificantes, por lo cual tampoco existe ganadería. Las cifras de existencia de ganado son sólo una consecuencia de la escala de trabajo. Los suelos son litosoles.

El interés de este dominio, en el contexto del uso múltiple es la cosecha de agua para los terrenos ubicados en la parte baja de la cuenca y para la recreación. No es de interés ganadero ni pascícola.

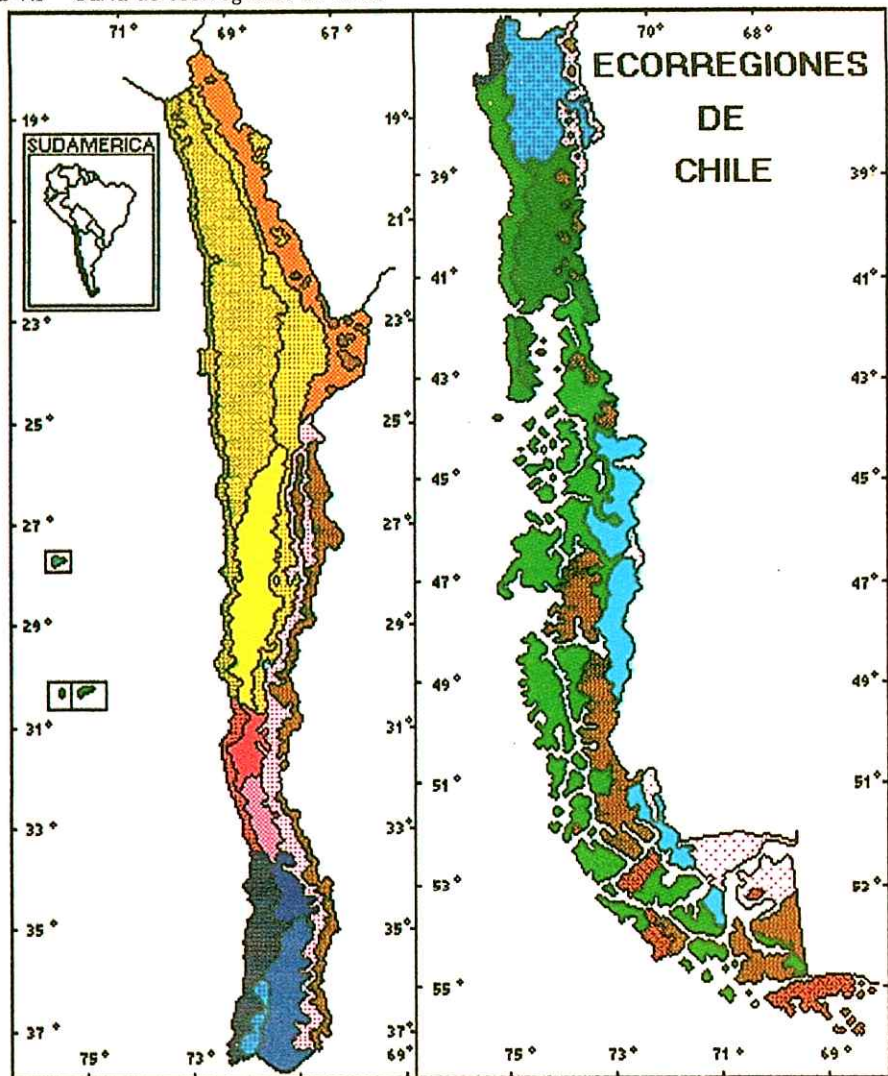
**Provincia Nival Normal. Antártica Glacial**  
(5202-000-0000)

Se ubica en el continente antártico, entre las longitudes 90° y 53° oeste. Abarca una superficie aproximada de 121.032.050 ha. Según Köppen corresponde a clima polar, EF. Dadas las condiciones de clima es prácticamente un desierto y polo de aridez.

Geomorfológicamente, según Borgel (1965), comprende dos zonas: la meseta central antártica y cordones andinos antárticos. La meseta ocupa gran parte del territorio helado situado en el polo sur; esta área sube hasta en 4.270 m.s.n.m. En general, los hielos, de un espesor máximo de 4.200 m, cubren el 90% a 96% de la superficie rocosa. (Figura 4.1: Carta de Ecorregiones de Chile)



Figura 4.1 Carta de ecorregiones de Chile



	PROV. DESERTICA DE NEBLINA DESIERTO LITORAL	BWn 2201		PROV. SECOESTIVAL NUBOSA VALPARAISO	Csbn 3101
	PROV. DESERTICA NORMAL ATACAMA	BWt 2202		PROV. SECOESTIVAL PROLONGADA MAPOCHO	Csb1 3102
	PROV. DESERTICA MUY FRIA PAMPA FRIA	BWk' 2203		PROV. SECOESTIVAL MEDIA MAULE	Csb2 3103
	PROV. DESERTICA TRANSICIONAL DESIERTO FLORIDO	BWh 2204		PROV. SECOESTIVAL BREVE BIO-BIO	Csb3 3104
	PROV. ESTEPARICA DE NIEBLA LA SERENA	BSn 2201		PROV. HUMEDA DE VERANO FRESCO Y MESICO, LOS LAGOS	Cfsb 3401
	PROV. ESTEPARICA SECA OVALLE	BSks 2202		PROV. HUMEDA DE VERANO FRESCO VALDIVIA	Cfb 3402
	PROV. ESTEPARICA TEMPLADA INVERNAL PETORCA	BSlw 2203		PROV. HUMEDA DE VERANO FRIO ALACALUFE	Cfe 3403
	PROV. ESTEPARICA TEMPLADA SECOESTIVAL VERANADA DE MONTAÑA	BSk's 2206		PROV. HUMEDA DE VERANO CALIDO ISLA DE PASCUA	Cfa 3404
	PROV. ESTEPARICA MUY FRIA TENDENCIA SECOESTIVAL, PATAGONIA OCCIDENTAL	BSk'(s) 2207		PROV. TUNDRA ISOTERMICA YAGAN	ETI 5103
	PROV. HUMEDA INVERNAL FRIA PARQUE AUSTRAL	Dfk'c 4101		PROV. NIVAL DE ALTURA, NIEVE Y HIELO	EFH 5201
	PROV. TUNDRA DE ALTURA PUNA ALTIPLANICA	ETH 5101			

## Capítulo 5

### Sistemas de información territorial

#### INTRODUCCIÓN

El presente capítulo pretende ser una proposición conceptual y práctica frente a las demandas de conocimiento que actualmente se plantean en el uso de los Sistemas de Información Territorial dentro del contexto Latinoamericano. Tal proposición parte de la constatación de que el uso de este tipo de concepto ha generado una serie de contradicciones en su aplicación que tienen como resultado confundir la herramienta, como son los Sistemas de Información Geográfica, con el objetivo de trabajo. De esta manera, conceptos como continuo, discreto, absoluto y relativo cobran radical importancia en el desarrollo de aplicaciones que involucren el análisis de una determinada región.

De esta forma, no hemos querido escribir un tratado como una serie de recetas de algoritmos y ejemplos, ya que a través de nuestra experiencia, nos hemos percatado que cada país tiene una realidad local incopiable y que responde en forma distinta a los estímulos de la tecnología. Sin embargo, frente a estos mismos, surgen problemas comunes con lo cual al carecer de un marco conceptual sólido aumentamos nuestra dependencia, concentrándola finalmente en el uso del programa computacional.

Hoy en día, a escala mundial, nos vemos enfrentados a estilos de pensamiento en los cuales se le ha dado el carácter de absoluto al uso de la computación, o sea, si nuestra información es analizada a través de un computador, debemos sentirnos seguros en un 99,9% de nuestros resultados. Estas verdades "objetivas" son las que han ido minando, a nuestro parecer, el uso de este tipo de herramientas, produciendo confusión y frustración, pero más grave aún, aventurar un grado de predicción fundado sobre bases erróneas.



“Pensando Espacialmente”, no es un dogma ideado por un grupo de “científicos o expertos”, sino que surge como una necesidad de comunicación entre diferentes disciplinas científicas frente a problemas concretos, como son la degradación ambiental, la dependencia tecnológica, la relación sociedad-naturaleza en sus más diversos grados de expresión, la necesidad de acercamiento de tecnologías “complejas” a las distintas instancias de organización social.

Pensando espacialmente es el resultado de una praxis frente a la tecnología de la representación gráfica, es, en última instancia, una necesidad de volver a pensar en el objeto y sus relaciones, antes de manipularlo a través de una serie de algoritmos de cálculo.

Por otra parte, responde a la necesidad de decidir frente a un determinado problema ambiental el trabajar en equipo, ya que siendo una la realidad con que nos enfrentamos, la percepción de ésta de una ciencia a otra, maneja sólo una parte; de aquí que frente a una expresión espacial concreta, la síntesis final sea, no una suma de visiones parciales, sino la concreción del concepto de sistema.

De lo anterior, hemos querido entregar a través del desarrollo del presente capítulo una serie de conceptos que van desde las categorías más generales, como: Lugar, Usar, Estar, Sistema, hasta las particulares, como: Dato Geográfico y Sistemas de Información Geográfica.

Creemos que el consolidar un marco teórico local es una tarea estratégica, debido fundamentalmente a que estamos viviendo un momento de cambios de paradigma. En el mundo de las relaciones no resulta aleatorio encontrar aproximaciones analíticas como las redes neuronales, autómata celular, lógica difusa o fractales. Estamos seguros que estas tendencias están señalando lo que discutimos en el primer capítulo, acerca de la necesidad de contextualizar el proceso de generación de información en la relación observador-objeto y en las interacciones energético-materiales.

Toda cultura local es un proceso óptico que recapitula el proceso cultural global; consecuentes con este planteamiento, abordaremos como primera parte de este capítulo algunas experiencias nacionales como internacionales, para distinguir los elementos evolutivos en lo que ha sido el concepto de Sistema de Información Territorial.

## EXPERIENCIAS NACIONALES EN LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ÁMBITO DE LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO

### Marco General

La aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con propósitos de Gestión Ambiental, en Chile puede ser descrita como un proceso de lo técnico a lo conceptual. Lo anterior, se fundamenta en el hecho de que la introducción de este tipo de herramienta no vino acompañada de un marco conceptual asociado a teorías de representación espacial de información. La aproximación generalizada a unidades homogéneas, en la representación espacial, se entendió someramente como: "la suma de propiedades dentro de un espacio acotado, que bajo algún rango empírico puede asociársele una determinada actividad".

Por otra parte, hasta hoy no ha sido claramente comprendido el hecho de que una de las ventajas potenciales en los SIG es su capacidad de Modelación y Análisis, y no su uso como Cartografía Automatizada. Esta es una de las áreas donde es muy simple distinguir un Sistema de Cartografía Automatizada o un CAD de un SIG. Sin embargo, en la mayoría de los casos encontramos que la tendencia general es la utilización de los SIG como sistemas de cartografía o diseño, lo que refleja una subutilización del sistema.

Uno de los enfoques metodológicos que refleja lo anterior, que ha sido y es común, en la utilización de SIG en el área ambiental es la falta de una hipótesis de trabajo a priori. De hecho, prima el ingreso de datos, principalmente gráficos, desarrollando una suerte de preguntas a posteriori. Esta falencia es la que se ha mantenido en los últimos años produciendo altos costos, con todo lo que ello implica, asociados a la implementación de Sistemas y a la producción de resultados.

Una línea posterior, resultado de un trabajo más integrado, ha sido el enfoque funcional en el diseño de aplicaciones de SIG en el área ambiental. Este se fundamenta en la visión sistémica de análisis de flujos de información y funciones de una organización, estatal o privada, y las demandas potenciales en información ambiental que demandan los diferentes componentes de la organización. Además, fundamentada en términos lógicos, en Sistemas de Clasificación de Objetos, dentro del marco de la Geografía. Si bien esta aproximación reviste un carácter de sistematización superior al anterior, adolece de una síntesis en el manejo de unidades sociedad-naturaleza. Esto, fundamentalmente, por la concepción lógico-positivista en la desintegración inicial de la información.



Finalmente, una tercera visión enfoca el problema como Sistema Ambiental Territorial, esto es, se diseña en base a una concepción relacional de los componentes sociedad-naturaleza que existen en el área, y la información que drena tiene características integrativas para el grupo de profesionales asociado a la toma de decisiones.

Analizaremos a continuación ejemplos locales que reflejan lo mencionado anteriormente.

**Sistema de información geográfica III Región  
CONAF III Región, Universidad de Chile, Centro de  
Estudios Espaciales. 1986-87.**

En esta época ingresa a Chile el primer Sistema de Información Geográfica que es manejable en un computador PC, el OSU MAP, de la Universidad de Ohio. Es, básicamente, un Sistema Raster de análisis espacial, con limitadas capacidades de ingreso de información y representación.

En un esfuerzo inicial, CONAF y el CEE diseñaron un Sistema con el propósito de Manejo de Cuenca, para los Valles del Huasco y del Copiapó. Este se diseñó en base a la información de manejo general: uso del suelo, topografía, red hidrográfica, infraestructura vial y propiedad, y alguna información del MSS Landsat para la zona.

Los supuestos utilizados en el diseño eran fundamentalmente la capacidad de superposición del SIG y los operadores de vecindad para el cálculo de pendientes y exposición. Sin embargo, no se consideró a priori qué tipos de modelos y bajo qué condiciones deberían desarrollarse; qué limitaciones operacionales asociaba el SIG a los análisis propuestos; la compatibilidad de escala en la información existente; las limitaciones en el manejo de las bases de datos. Definitivamente, los resultados que justificaban el primer Sistema de Información, con características ambientales, en Chile, y dado que el MAP no poseía una serie de requerimientos, produjeron, sin duda, una serie de frustraciones que han aportado al proceso de maduración en el tema, 7 años después.

Otro factor limitante, fundamental en este Sistema, fue el tipo de capacitación, el número de funcionarios, el tipo de profesional seleccionado y los fondos designados para el trabajo. En este nivel, se tiende a confundir el funcionamiento de un SIG con un operador experto a cargo, deseablemente ingeniero. Por el contrario, y como parte fundamental de un Sistema de Información Ambiental, la operación de éste debe estar a cargo de un equipo profesional estructurado jerárquicamente, en término de las funciones y relaciones.

El Sistema de Información de la III Región fue un producto coyuntural entre la novedad técnica y la necesidad de sistematización de la toma de decisiones en los organismos públicos. Desafortunadamente, el proceso conceptual asociado al desarrollo y diseño de éste, no estuvo presente, y no venía incluido, como sucede hasta hoy, con el paquete de software.

### **Sistema de información ambiental**

Ministerio de Obras Públicas, Universidad de Chile, Departamento de Geografía.

Diseñado durante 1993, el objetivo de este Sistema es responder respecto a la necesidad de evaluar o no el impacto ambiental frente al desarrollo de las obras públicas, en las etapas de estudio y prefactibilidad. Para ello, se define una Unidad Territorial o Faceta, la cual, mediante sus características cualitativas y cuantitativas orienta este tipo de decisión. El SIG, a través de sus operadores analíticos, proporciona la modelización de estas unidades. La escala asociada al Sistema es 1:250.000; el SIG utilizado es IDRISI.

Los fundamentos de la concepción de este Sistema pueden dividirse en dos componentes:

1. Sistema de Clasificación de Unidades Homogéneas
2. Funcionalidad en relación a la gestión propia de la organización.

### **Sistema de clasificación de unidades homogéneas**

Una utilización más acabada en el uso de Sistemas de Información Geográfica, o, en general, en cualquier Sistema, es el entender el modelo o unidad de representación como resultado de un Sistema de Clasificación coherente. En este caso, la concepción privilegia la visión geográfica como criterio de clasificación de unidades. De acuerdo a esto, se incorpora información relativa a Climatología, Geomorfología, Hidrología y Cobertura Vegetación al SIG y la estructura de la base de datos se elabora sobre la base de unidades con información Demográfica y Socioeconómica.

La representación de Unidades Territoriales implica diferenciación de áreas en el espacio, de acuerdo a los atributos distinguidos como similares.

Los conceptos de recurrencia y reproductibilidad son la base de esta aproximación. El primero se asocia a la repetibilidad de combinación de variables, el segundo



supone condiciones de similaridad en forma y contenido, una unidad territorial de potencialidades relativamente iguales para el uso de ese suelo.

Este criterio es el que prevalecerá en el caso de obtener unidades territoriales afectas a impacto por el desarrollo de obras públicas.

La limitación fundamental en este tipo de clasificación es suponer que recurrencia y reproductibilidad son la suma algebraica, o síntesis, de la descomposición inicial de la información obtenida por el observador, para su posterior representación en un espacio cartesiano. Este tipo de modelos supone que los límites de cada unidad "natural" existen a priori y son representables, lo que se traduce en una idea de semipermanencia en el análisis de unidades.

### **Funcionalidad en relación a la gestión propia de la organización**

Entendiendo que la Gestión del Ministerio de Obras Públicas no está diseñada sobre una base ambiental, el incorporar este concepto como producto de sus obras tiene una serie de connotaciones, que lo transforman en un indicador postimpacto. Esto se ve reflejado en que la selección de obras implica que éstas estén en funcionamiento.

Debido a lo anterior, la funcionalidad va asociada estrechamente a la valoración de las unidades definidas por el observador y representadas por el SIG, las cuales tienen como condición necesaria contener y perturbarse en relación a la magnitud de la obra que se esté desarrollando.

Otro tipo de criterios para la selección de obras están asociados a la capacidad perceptual del observador, en términos de la manifestación ambiental, además de su incidencia social y económica significativa.

## EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ÁMBITO DE LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO

### Marco general

La aplicación de los SIG a problemas de planificación y de gestión del territorio, a distintas escalas, ha sido un tema de trabajo de largo plazo en los países de mayor desarrollo tecnológico (Estados Unidos, Canadá, y otros de Europa). En una primera etapa del desarrollo de los SIG, el enfoque estuvo dominado por la obtención de cartografía automática y el manejo de bases de datos, generalmente referidas a variables demográficas y socioeconómicas.

La irrupción en el escenario mundial de los problemas vinculados a lo que se ha dado en llamar "la problemática ambiental", ha motivado la incorporación de procedimientos más integrales para enfrentar la planificación en los niveles regionales y municipales o locales. Esto ha llevado al desarrollo de sistemas de información geográfica propiamente tales, en los que se busca el análisis combinado de variables del medio natural y del medio socioeconómico.

Para conseguir estos propósitos, se han generado numerosos procedimientos que permiten trabajar conjuntamente bases de datos conteniendo información estadística, con planos de información gráfica (cartográfica), de modo que dé cuenta de las condiciones estructurales del espacio sobre el cual se desarrolla la gestión.

De los numerosos ejemplos existentes sobre esta temática, se han seleccionado aquellos que por su concepción y problemática aportan con criterios y antecedentes generales, de utilidad para el Sistema de Información Geográfica de la Tercera Región de Atacama.

STOCAB. Un sistema de información para la planificación de la región de Estocolmo. STOCAB (STOCKHOLM COUNTY AREA DATA BASE) es un sistema integrado de información que reúne toda la rica variedad de datos que tradicionalmente poseen los países escandinavos, que hace posible llegar al nivel del individuo, en la información demográfica, e, incluso, al nivel de la parcela (urbana o rural). El sistema, permite integrar toda esta gama de información en una estructura compleja, empleando códigos para la identificación de las personas y para la referencia de las propiedades, de forma de poder así manejar la base de datos asociada. Gracias a esto, las agencias gubernamentales suecas disponen de una amplia gama de información,



que les permite planificar más eficientemente, tanto el ambiente físico como el social. En este sentido, STOCAB ha sido diseñado para sustentar análisis de políticas y toma de decisiones.

STOCAB fue inicialmente diseñado para asistir a los encargados de la Oficina de Planificación Urbana y Regional de Transporte. Sin embargo, se le agregó más información, de manera que ha llegado a poder ser utilizado en un amplio campo de actividades, tales como la planificación de servicios de salud, servicios sociales, decisiones respecto a equipamiento urbano y sobre localización de inversiones. En este sentido, ha cumplido un importante papel en la toma de decisiones por parte de las autoridades, puesto que entrega una detallada descripción de la situación actual, al tiempo que es capaz de monitorear, por ejemplo, la evolución de las condiciones sociales en la región.

Las variables estadísticas que se incluyen en el sistema son :

- Población ( Estructura por sexo y edad, mortalidad, natalidad, migraciones)
- Salud
- Ingresos
- Educación
- Indicadores Sociales ( Subsidios sociales, estrato socioeconómico)
- Hogares (Tamaño, composición)
- Vivienda (Tipo, tamaño)
- Empleo (Por sector económico, por sexo y edad)
- Actividad Industrial
- Propiedad ( Uso, valor, localización)
- Uso del Suelo (Tipo de uso, grado de desarrollo)
- Comunicaciones

Por otra parte, desde el punto de vista espacial, la región fue dividida en alrededor de mil unidades homogéneas desde el punto de vista social.

El STOCAB permite acceder a la información estadística disponible a partir de la definición de la unidad espacial sobre la que se quiere indagar. Se dispone de un paquete estadístico (SAS) que permite realizar cualquier análisis de la información disponible. Los resultados pueden leerse con facilidad a través de software como EXCEL y ATLAS GRAPHICS.

Uno de los principales problemas que afectan al Sistema, y que es común a todos los que reúnen información que proviene de fuentes diferentes, es la enorme dificultad o la imposibilidad de homogeneizar la calidad de la información. Esto introduce limitaciones a los procesos de planificación.

Pese a lo anterior, el STOCAB ha sido utilizado con éxito para enfrentar diversos análisis propios de las necesidades de las oficinas encargadas de la planificación de la región. Por ejemplo, se puede mencionar un estudio socioecológico del proceso de diferenciación espacial en la región de Estocolmo, realizado mediante un análisis factorial de las variables socioeconómicas y sus series históricas, con el objeto de identificar procesos de diferenciación y de segregación socioespacial. Conociendo las bases explicativas de estos procesos, es posible diseñar las políticas que introduzcan las modificaciones que se desee conseguir. También, se puede citar el empleo del sistema, con el objeto de simular los efectos que se pueden generar a partir de un fenómeno o de un proceso social, en una parte de la región, como es el caso de la decisión de emplazamiento de inversiones sociales (escuelas, servicios de salud).

Como se ha podido apreciar a través de la descripción del sistema STOCAB, éste no es propiamente un SIG, puesto que además de no ser capaz de producir resultados cartográficos, carece de las técnicas analíticas más comunes a los SIG. Dada la complejidad que ha ido alcanzando el STOCAB y los procesos de toma de decisiones, en la actualidad se está desarrollando un proyecto para vincular STOCAB con un SIG, de manera de incrementar su capacidad de análisis y su aporte a la planificación del territorio regional.

### **Aplicación de SIG para la planificación urbana y regional en Australia**

En Australia existe un fuerte desarrollo de los Sistemas de Información de Tierras (LIS), los cuales están estructurados sobre la base de la cartografía de límites prediales, tanto de parcelas rurales como urbanas. A esta malla espacial; se relaciona, luego, toda la información demográfica y socioeconómica. Su orientación es principalmente hacia la solución de problemas urbanos y de administración de los gobiernos locales.

Por su parte, la aplicación de modelos para análisis urbano y regional, ocupa la atención de las Universidades y de varias divisiones del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). Esta organización tiene una amplia experiencia en la construcción de modelos y en el desarrollo de software para el trabajo con información espacial, particularmente en la modelación del uso del suelo urbano, transporte, infraestructura, planificación, evaluación de impacto ambiental y sistemas de representación cartográfica.

En todos estos casos se ha desarrollado un software específico que funciona en forma aislada, no constituyendo un SIG propiamente tal. Sin embargo, éstos pueden interactuar, intercambiar información y usar las diferentes capacidades que poseen, en



la medida en que se integren en sistemas orientados a enfrentar problemas con una perspectiva de mayor globalidad. Es el caso del Transport Planning Microscope (TPM), que integra paquetes de software de modelación de redes de transporte, de análisis interactivo de datos de transporte y de despliegue gráfico. Además, el sistema tiene vinculaciones con otros modelos, como algunos destinados al análisis estadístico de la información de transporte, a la estimación del impacto ambiental del tráfico carretero, al análisis de flujo en las arterias principales y al análisis y diseño de intersecciones camineras.

De esta forma, el TPM dispone de herramientas para la captura, despliegue, análisis, recuperación, modelación e interpretación de los datos referidos a la forma en la cual la población usa los sistemas de transporte, así como las características de esos sistemas.

La componente SIG que posee el TPM aporta la base para la integración de diferentes bases de datos relacionadas al transporte (topografía, demografía, datos socioeconómicos, datos ambientales) y para el desarrollo de actividades de modelación que van desde la localización de usos de la tierra, hasta el análisis de impactos ambientales.

Otra área en la cual han sido desarrollados modelos sobre la base de SIG, es el estudio de los riesgos naturales y su incorporación a los procesos de planificación.

Un buen ejemplo de aplicación de SIG, como aporte para cerrar la brecha entre el análisis y la puesta en aplicación, en el contexto de la planificación, es el software LUPIS (desarrollado por CSIRO). El LUPIS, es un sistema de apoyo a la toma de decisiones, para planificadores y administradores del uso de la tierra, que localiza usos de la tierra preferenciales, en unidades de mapas predefinidas en un área, en función de la importancia asignada a criterios alternativos.

El LUPIS está siendo cada vez más utilizado por los planificadores australianos, para la localización y el manejo de los recursos de la tierra. A pesar de que la mayoría de las aplicaciones desarrolladas hasta el momento ha sido en el campo de la planificación ambiental, el sistema puede ser también aplicado, sin grandes dificultades, a los problemas del uso del suelo urbano. Su principal fuerza se encuentra en la capacidad para incorporar los procedimientos y reglas de toma de decisiones a los modelos *cartográficos tradicionales de los SIG*. Un desarrollo más avanzado en este sentido, es el que se ha realizado para producir esquemas de zonificación, basados en sistemas utilizados normalmente para propósitos de administración de organizaciones.

En otro ámbito de problemas, el CSIRO ha desarrollado aplicaciones de SIG para la delimitación de regiones.

a) *ARIS (Australian Resources Informatio System).*

Se trata de un SIG diseñado para responder a cuestiones sobre la localización, al interior de áreas muy extensas del territorio australiano, o de su totalidad, de combinaciones específicas de recursos biofísicos y socioeconómicos, mediante bases cartográficas tanto de polígonos como de celdas. En este sentido, utiliza principalmente las capacidades de tipo standard de los SIG.

El sistema incorpora diez bases de datos separadas, incluyendo el Banco de Datos Australiano de Recursos, que contiene más de 400 ítems de información biofísica relativa a características del terreno, tales como: altitud, tipo de suelo, litología, cubierta superficial y tipos vegetacionales y degradación del suelo. Esta base de datos se une a información socioeconómica originada en el censo.

El gobierno ha empleado este sistema para apoyar una variedad de estudios, entre los cuales se cuenta el mapeo de los efectos de la localización y orientación del satélite AUSSAT de comunicaciones, el manejo de praderas, la identificación de sitios para nuevas ciudades y, más recientemente, la delimitación de regiones urbanas.

b) *ITA (Interactive Territory Assingment System).*

Este sistema fue desarrollado específicamente para incorporar capacidades de modelación en los SIG, que permitan la identificación de un conjunto de regiones óptimas, usando técnicas de localización.

Las principales aplicaciones de este sistema han estado relacionadas con la reorganización de la estructura espacial de los principales bancos, la delimitación de las regiones electorales y la identificación de un conjunto de regiones óptimas, para la reorganización de los territorios administrativos, usado para administrar la provisión de servicios de control de fuego.

En todos los casos descritos se puede observar el empleo de los SIG convencionales, en análisis urbano y regional, y la forma en que las capacidades de esos SIG están siendo aumentadas por la adición de la modelación matemática, para extender sus aplicaciones a nuevas áreas temáticas.

Pese al desarrollo de esta "segunda generación" de SIG, es aún necesario avanzar en la creación de nuevas capacidades de modelación, para ser empleadas con éxito en la predicción y en la creación de escenarios, como parte del proceso de planificación. Esto se encuentra aún en su etapa inicial.



Un ejemplo de la aplicación potencial de SIG, orientado a la modelación para el monitoreo del proceso de desarrollo regional, para propósitos de planificación, es el que se realizó para analizar los resultados de la expansión de la actividad minera, en una región de Australia. Las múltiples implicancias de un proyecto de ese tipo, generan la necesidad de ser capaz de evaluar y monitorear los impactos acumulativos del desarrollo de la minería sobre el ambiente físico y humano en la región. Esto es claramente esencial para una planificación regional apropiada y efectiva.

La modelación de un problema de esta índole, requiere un SIG diferente a los disponibles normalmente. Es necesario uno en que varios submodelos puedan incluirse, al tiempo que otros, actuando en conjunto, puedan simular efectivamente la naturaleza acumulativa del desarrollo regional, empleando diferentes supuestos.

Este tipo de SIG, permitirá diseñar escenarios alternativos y simular los efectos de los diferentes supuestos. Se trata del desarrollo de SIG "inteligentes".

#### **Aplicaciones de SIG a la administración de tierras en el Estado de Minnesota**

El Estado de Minnesota presenta un paisaje de alta complejidad, en el cual resulta muy dificultoso localizar un nuevo uso del suelo, al mismo tiempo que se protege los recursos naturales más valiosos.

Durante los últimos 20 años, el estado de Minnesota ha sido uno de los líderes en experiencia con SIG y ha logrado realizar numerosas aplicaciones, en varias agencias gubernamentales. En el curso de esto, ha sido necesario solucionar el conflicto entre amplitud y profundidad en el inventario y análisis de los recursos culturales y naturales. El desafío consiste, precisamente, en obtener información de suficiente detalle para los procesos de toma de decisiones que permita disponer de una amplia cobertura espacial.

El objetivo principal ha sido aplicar tanto conocimiento, información y tecnología como sea necesario para influir en una decisión. Es esencial usar la herramienta en forma efectiva, tratar con el nivel de planificación correcto, aplicar el modelo analítico más apropiado y desplegar los mapas resultantes en la mejor escala.

A través de la aplicación de SIG, en Minnesota, se han enfrentado varios problemas, y se han debido buscar soluciones para proyectos tales como sensibilidad a la lluvia ácida, tasas de erosión crítica, evaluación de recursos hídricos, manejo de bosques y exploración minera. Para ello, se debió enfrentar el problema del rango de amplitud

y profundidad. Igualmente, se ha usado un concepto de "telescopio", entre estudios generales de pequeña escala y estudios detallados de gran escala, utilizando la misma o similar información.

De la aplicación del SIG a estos casos de estudio, se puede deducir la importancia que tiene en el desarrollo de estos procedimientos el trabajo multidisciplinario, el empleo de modelos de análisis que reflejen aproximaciones teóricas al problema de que se trate, y la aplicación adecuada de la tecnología y la información disponible.

### **Sistema de apoyo a las decisiones espaciales para la planificación del desarrollo económico en South Carolina**

Este proyecto SIG se diseñó para apoyar las decisiones sobre mejoramiento de la infraestructura y la selección de emplazamientos para industrias.

El Proyecto de Planificación Económica y de Infraestructura de Carolina del Sur, E.E.U.U., es un esfuerzo de colaboración entre el estado, el gobierno local y los investigadores universitarios. Constituye una de las primeras implementaciones en "mundo real" de los SIG, para apoyar la toma de decisiones en el desarrollo económico.

El sistema usa una base de datos digitales federal, que puede ser accesada desde una red de estaciones de trabajo. La base de datos se genera a partir de la cartografía digital 1:100.000 (DLG), del Servicio Geológico de Estados Unidos. Esta base de datos provee de una muy buena representación cartográfica y topológica de los hechos planimétricos.

Desde estos planos se extrajeron las redes básicas de transporte y de drenaje. También se utilizaron para representar varios componentes importantes de la infraestructura del estado, y como punto de partida para la creación de otras capas de información.

La red de transporte, en conjunto con los límites administrativos, los códigos postales y las divisiones censales, formaron la base de las "moléculas", a partir de las cuales se crean otras capas de información. Es el caso de la generación de planos de redes de agua potable y de aguas servidas.

En una segunda etapa, se agrega el uso de los archivos TIGER, que aportan una base digital de excelente calidad, con los nombres de calles y rangos de dirección, para la mayor parte de las áreas urbanas. Estos archivos, fueron creados para construir una completa cobertura geográfica de información censal. Esta información se usó para crear planos de localización de industrias, edificios vacantes y sitios comerciales.



Por otra parte, el proyecto incluye la incorporación de la información de la cobertura superficial a partir de las imágenes SPOT. Además de entregar los antecedentes sobre la cobertura de la tierras, estas imágenes permiten la actualización de la información contenida en los mapas.

El uso del SIG, como una herramienta analítica, se ejemplifica mediante un proceso de selección de un sitio para la instalación de una industria. La combinación de las capacidades del SIG permite determinar rápidamente aquellas áreas que cumplen con los requerimientos especificados por los clientes. Por ejemplo, esos requerimientos pueden ser de accesibilidad a aeropuertos, carreteras y vías férreas. Para enfrentar esto, se emplea un procedimiento de generación de zonas "buffer", como áreas de un determinado "espesor", en torno a la infraestructura señalada.

De esa forma, se reduce el universo de edificios que satisfacen los requerimientos planteados. Luego, pueden agregarse otros limitantes, como la disponibilidad de redes de agua. De esta forma, por aproximaciones sucesivas, es posible llegar a tomar rápidamente la decisión del sitio definitivo.

El modelo puede completarse con la base de datos censales, a partir de la cual se puede manejar la información respecto a la oferta de mano de obra, que satisfaga las necesidades que puedan generarse por la instalación industrial.

Este SIG permite examinar la potencialidad que estas herramientas tienen para los procesos de planificación. Esto se deriva del hecho que la planificación es una forma de toma de decisiones espaciales que involucra el análisis detallado de un complejo conjunto de información geográfica.

La aplicación del SIG, en Carolina del Sur, ha permitido concluir que el uso de los SIG para la planificación no puede ser visto como un simple ejercicio pragmático, basado en una mezcla de información. Es indispensable emplear teorías de localización para orientar la toma de decisiones en la planificación del desarrollo económico.

### **Sistema Vermont (Vermont State Geographic Information System)**

Este es el primer SIG que cubre un estado completo en Estados Unidos, y que tiene un mandato legal y un financiamiento oficial. En otros estados, los programas relativos a SIG se encuentran generalmente en una oficina de servicios centrales, parte de una agencia de planificación estatal o de una agencia de recursos naturales, donde los SIG tienen aplicaciones restringidas y extremadamente focalizadas.

En el caso del VERMONT GIS, su desarrollo es guiado por un plan que orienta los intereses técnicos, políticos y administrativos. Se le considera, además, una herramienta esencial para la planificación. Al mismo tiempo, el proceso de planificación es valorado como un instrumento que permite una efectiva administración del crecimiento, evitando que éste pueda ocasionar pérdidas en los atributos ambientales y culturales, que contribuyen al carácter único del estado de Vermont.

La generación de este sistema surge como una necesidad, luego de un proceso de análisis de diagnóstico y de la formulación de una imagen objetivo, compartida por los diferentes sectores involucrados en el desarrollo de Vermont. De esto, surge la necesidad de formular planes que orienten el proceso de crecimiento, dando cumplimiento a las metas y objetivos propuestos. Estos planes deben ser hechos a escala local, regional y estatal, pero deben estar estrechamente integrados. La administración del proceso, como un todo, debe ser responsabilidad del estado.

La necesidad de crear un SIG, se derivó de las recomendaciones respecto a la conveniencia de coleccionar información sobre el uso del suelo, para identificar las necesidades de información regional y de integrar la actividad de planificación a través de sus diferentes escalas.

Respecto a su organización, se optó por un modelo descentralizado, en el cual existen 12 plataformas distribuidas en todo el estado (Comisiones Regionales de Planificación), que permiten el mejor acceso posible a las agencias de planificación local. Se ha diseñado, además, una estructura de manejo que coordina todas las plataformas distribuidas y una oficina central del estado, que depura la información que se está manejando. Además, se constituyó una plataforma en cada una de las agencias estatales involucradas en la planificación.

Dada esta estructura del SIG, fue necesario definir dos bases de datos, de forma que ellas sustenten la planificación no sólo a nivel del estado, sino también al nivel local. Ambas bases de datos, contienen elementos cartográficos y atributos, que se identifican como los de mayor utilidad para las aplicaciones típicas requeridas por los planificadores.

La base de datos, a nivel del estado, fue construida a escala 1:100.000, a partir de los archivos DLG del Servicio Geológico de los Estados Unidos. La base de datos, para el nivel local, se generó a partir de una cobertura de ortofotos, a escala 1:50.000, para todo el estado (1:1.250 para las áreas urbanas).

Las aplicaciones más típicas del SIG en la planificación local incluyen: inventarios de uso y cobertura del suelo, localización de estacionamientos, estudios de flujos de



tráfico, evaluación de tierras a escala local, estudios para la agricultura y la silvicultura y evaluaciones de zonificaciones.

Algunos aspectos importantes que se derivan de un SIG de este tipo y que compromete a un espacio tan extenso, tienen que ver, por ejemplo, con el tipo de datos que se deberá levantar o capturar, y el detalle que deben tener, lo que tiene implicaciones de tiempo y costo. Una vez estructurada la base de datos, se presenta el problema de la responsabilidad de su administración, mantención y actualización; cómo se accederá a la información y cómo ésta será distribuida; quién determina los precios para el procesamiento de datos.

Respecto a la captura de información, se ha aprovechado la estructura descentralizada del sistema, de manera que cada plataforma actúa como un ingresador de información, ateniéndose a estándares de calidad para los datos, establecidos por el nivel directivo central.

Ejemplos típicos de incorporación del SIG a las actividades de planificación local, han sido: un análisis de los mejores suelos agrícolas para diseñar políticas de protección; la actualización de la información de planos de inundación a partir de antecedentes más detallados, aportados por el servicio especializado; y el desarrollo de un plano de información relativa a parcelas para uno de los pueblos del estado.

En el nivel regional, no se han desarrollado muchas aplicaciones, en parte debido a que las bases de datos no son lo suficientemente grandes, como resultado del tiempo limitado de funcionamiento del SIG y del hecho de que el grueso de los fondos para generación de información se ha orientado al desarrollo de bases de datos locales, en áreas más bien dispersadas y discontiguas. Pese a esto se menciona una aplicación en la Oficina Regional de Planificación, con el objetivo de localizar un vertedero de residuos sólidos, para lo cual se empleó información de permeabilidad del suelo, tamaño de las propiedades, profundidad de la roca y profundidad del nivel freático.

Una segunda aplicación, se refiere al procesamiento de imágenes satelitales SPOT, para la actualización de la información del uso del suelo, la que posteriormente será incluida en los planes regionales.

Pese a que el **VERMONT GIS** aún se encuentra en fase de desarrollo, se puede afirmar que ha sido exitoso en sus capacidades para apoyar los procesos de planificación.

El éxito de este SIG puede atribuirse a tres factores principales:

- a) El sistema se derivó de un proceso político, y fue diseñado para satisfacer las necesidades de la planificación. Como resultado de esto, dispone de un claro mandato político y de una fuente segura de financiamiento.
- b) El sistema ha sido desarrollado en respuesta a las necesidades de planificación para la gestión del crecimiento, a los niveles de gobierno local, regional y estatal.

### Conclusiones

Del análisis de los casos estudiados de la experiencia internacional, parcialmente, permite llegar a algunas conclusiones que sirvan al diseño de un Sistema de Información Territorial (SIT)

1. Es necesario que el diseño del SIT tenga en consideración, en un alto nivel de prioridad, las necesidades planteadas por el "cliente", es decir quién será el usuario directo de los resultados de las aplicaciones del SIT. De estos antecedentes se derivan a capas de información que se requieren como base para los análisis, los procedimientos típicos que se desarrollarán y los tipos de productos que deben programarse para ser obtenidos, y tanto su calidad como su escala.
2. Se deben definir claramente los procedimientos para el ingreso, actualización, mantención y administración de los datos.
3. El trabajo del SIT debe apoyarse en un equipo de profesionales y técnicos que asegure su condición interdisciplinaria. Esto es fundamental para el éxito de las diferentes fases de aplicación del sistema.
4. El SIT debe ser el resultado de una necesidad de los organismos de toma de decisiones y, como tal, debe contar con el apoyo político de la administración regional y local. Como resultado de esto, podrá contar con un mandato claro que asegure el flujo de la información, la participación de los Servicios Públicos involucrados y el financiamiento permanente del SIT, para asegurar así su continuidad y actualización.
5. En el diseño del SIT debe ser claramente definida la participación de los diferentes Servicios Públicos, tanto regionales como de administración local (Municipalidades). Esto en lo relativo a la alimentación de la base de datos, como a la generación de resultados que sean de utilidad.



## MARCO CONCEPTUAL EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

### Definiciones básicas

Previamente a la definición formal de Sistema de Información Territorial (SIT), es necesario plantear algunas definiciones generales, que serán de gran utilidad para el manejo posterior de los conceptos asociados a este tipo de herramienta.

#### ¿Qué es pensar espacialmente?

Internalicemos la siguiente idea: toda situación que nos involucre desde un plano perceptual, es decir como observadores, dentro de un escenario acotado y concreto, nos permite distinguir un conjunto de objetos distintos del fondo. Existen dentro de este conjunto, relaciones entre objetos que se hacen espacialmente explícitas o representables, para ese escenario. De otra manera, si tuviéramos que describir no sólo el tipo de objetos dentro de nuestro escenario, sino que también las relaciones entre ellos, podríamos recurrir inicialmente a su posición relativa. Esto es, el objeto A está arriba de B, al lado izquierdo de C y a su derecha está D. Pero no sólo se involucra la posición sino que también el tipo de interacciones y relaciones, que van a ser relevantes de acuerdo al problema que se está analizando.

De esta manera, pensar espacialmente significa reconstruir aquel conjunto de relaciones de interés, a través de la posición y vecindad de los objetos que las generan.

Esta reconstrucción se asocia, como veremos más adelante, al concepto de arquitectura. Una de sus consecuencias fundamentales es que el orden de los factores sí altera el producto.

#### ¿Qué representamos en pantalla?

Cada vez que desplegamos algún tipo de información geográfica en la pantalla del computador, estamos recapitulando una serie de conceptos acerca del espacio y del tiempo que han sido objeto de discusión y estudio de grandes pensadores. Es por esto que este simple acto de mirar nuestros objetos en pantalla, merece que nos detengamos, algunos momentos, en revisar algunos de los conceptos filosóficos que hay detrás y las implicancias que éstos tienen cuando manejamos nuestra información en un SIG.

Frente a preguntas tales como: ¿dónde está ubicado mi objeto?, ¿cuánto dura un determinado proceso?, las respuestas surgen de forma inmediata, depende del sistema de coordenadas asociado y del reloj con que estemos en esos momentos. Por supuesto, y dependiendo del lugar de la tierra en que estamos mirando, podríamos responder en el lenguaje de las UTM o de alguna proyección cartográfica conveniente a la forma y posición del lugar, además, hablaríamos de duración en segundos, minutos, horas.

Sin embargo, esta forma cotidiana en que nos referimos a la extensión de los objetos y la duración de los procesos, en los primeros estadios del desarrollo histórico del saber humano, no existían aún como conceptos abstractos. Cada objeto que ocupa un lugar en el espacio y cada proceso que tiene duración en el tiempo tenían asignado su nombre individual, bien concreto. Si examinamos las medidas de la longitud y del tiempo, éstas toman formas concretas: codo, pie, pulgada, para la primera; sucesión del día y la noche, más tarde, año, para la segunda.

Durante mucho tiempo no se hizo diferencia alguna entre existencia objetiva, o duración, y las formas subjetivas de concebirlas.

En la marcha ulterior del desarrollo histórico de los conocimientos humanos, surgieron algunas representaciones abstractas del espacio, como de una manifestación general de la extensión, y del tiempo como de una manifestación general de la duración de los procesos de la realidad objetiva. Simultáneamente, se estaban desarrollando conceptos y las representaciones filosóficas del espacio y del tiempo.

El lugar, según Aristóteles, lo configuraba el límite, la inmovilidad y el envolvente inmediato. "El lugar es un límite, es un límite inmóvil y es el límite inmóvil que inmediatamente envuelve al cuerpo". Sin embargo, es distinto del cuerpo ya que éste se mueve y el lugar permanece inmóvil.

El espacio por consiguiente, es diverso en los cuerpos mismos. Es independiente de éstos. De esta manera, si los cuerpos desaparecen el espacio no pierde su existencia.

Quizás a esta altura el lector se esté preguntando cuál es la relación entre Aristóteles y los SIT, le pido un poco de paciencia, debido a que debemos detenernos todavía en otros pensadores. Pero en compensación puedo adelantar que las relaciones que se irán demostrando durante el desarrollo del tema, son fundamentales para entender el estilo de pensamiento que los SIT encierran y las consecuencias que éstas significan en el nivel de análisis.



Sigamos con otra posición que será de gran utilidad cuando nos enfrentemos a la idea de capas de información. Esta posición es la de Descartes. Según su planteamiento, la materia llena por completo el espacio, e igualmente el espacio es a la vez materia. Espacio y materia constituyen un continuo físico homogéneo que se extiende indefinidamente. La materia es definida por una sola de sus propiedades: la extensión. Si quisiéramos distinguir entre la extensión de los objetos individuales y la del espacio, en general, estaríamos distinguiendo entre lo particular y lo general. De esta forma, para Descartes el espacio vacío no existe sino en apariencia, o mejor, como una expresión.

Distinguía entre lo que es ocupar y lo que es estar en un lugar. La envergadura de un cuerpo ocupa un lugar. En cambio, está en un lugar por relación a otros cuerpos, de manera que la espacialidad no dependerá ya de la estructura misma del cuerpo, sino de las relaciones que establezca con otros. Por otra parte, Newton, consideraba el espacio y el tiempo como receptáculos de los cuerpos, existentes objetivamente.

Kant suponía que el espacio y el tiempo son formas apriorísticas de las percepciones que determinan el carácter de la misma percepción, y por ello ligaba indisolublemente el carácter apriorístico de los conceptos espaciales con la Geometría de Euclides.

Todas estas teorías trataban el espacio y el tiempo de manera metafísica, separándolos uno del otro, o por el contrario, identificando íntegramente el espacio con la materia, como es el caso de Descartes.

Entonces, ¿qué es lo que representamos en pantalla? ¿Es acaso un absoluto?, podemos decir que estamos midiendo las formas y relaciones de la naturaleza con un 99% de probabilidad de no equivocarnos. ¿De qué manera nuestros cálculos asociados a la toma de decisiones podrían disminuir la incertidumbre mediante este tipo de representaciones?

En principio, el entender las limitaciones de la herramienta y la carga conceptual asociada nos permite "desmitificar" nuestros resultados, relativizando el carácter absoluto de la representación.

A esta altura, lo que estamos diciendo es que nuestros datos geográficos son gráficamente objetos que responden a la idea cartesiana del ocupar un lugar, y que sus relaciones con otros objetos nos definen su estar. De esta forma, debemos enfrentarnos a que,= en cualquiera de nuestras capas de información no existirá un lugar que no sea ocupado por algo. Imaginemos un paisaje cualquiera, y aunque todavía no hemos hablado de escala, supongamos que la representación de esta región nos permite una resolución gruesa que dé cuenta de patrones de vegetación, caminos, ríos,

topografía, etc. Al desagregar en capas, siempre encontraremos que todo punto dentro del área posee información, esto es, independiente de la capa de información sobre la cual se esté trabajando.

Por otra parte, la mayoría de nuestro análisis se efectuará sobre una representación inerte. Esto es, sobre una imagen inmóvil, independiente de un proceso. Los "algoritmos" de tiempo no son explícitos, a menos que se posea una cantidad significativamente de imágenes, que den cuenta no sólo de las tendencias en el espacio, sino que también en el tiempo. De esta manera, el separar tiempo y espacio desintegra la esencia del fenómeno en el momento de la síntesis.

De lo anterior, fundamentalmente, son dos las consecuencias del Cartesiano en los SIT. La primera, es el trabajo analítico sobre un modelo de semipermanencia, o sea, basar nuestras predicciones sobre una parte de las propiedades de la materia. La segunda, toda representación está hecha en base a invariantes geométricos, lo que se traduce en error de representación de la realidad que se está modelando. Este es el caso de la topografía abrupta y los métodos de interpolación de curvas.

## CONCEPTOS OPERACIONALES ASOCIADOS AL DISEÑO DE SIT

### **Sistema:**

Conjunto de unidades simples o complejas, que interaccionan y se relacionan, lo que permite distinguir, en el contexto de la relación sujeto-objeto, su organización, estructura y arquitectura.

### **Organización:**

Son las relaciones que deben darse entre los componentes que generan la relación sociedad-naturaleza, dentro de su proceso reproductivo. Dado un espacio territorial, la organización se establece a través de las relaciones de propiedad, de uso del suelo, de disponibilidad ecológica, y de conectividad al interior de la sociedad-naturaleza local, y hacia el exterior, como parte de un sistema mayor.

Las relaciones sociedad-naturaleza pueden clasificarse como:

- a) *Socioculturales*: se refieren a relaciones de intercambio (de energía y conocimientos) entre los seres humanos, y de las cuales surgen grupos que se organizan en sociedades, para la distribución de bienes y servicios, mediante mecanismo de retroacción positiva (esquismogénesis complementaria).

Los grupos sociales se organizan en torno a la satisfacción de sus necesidades; la posición diferencial, al interior de la sociedad, va a depender de su ubicación



en el flujo de los recursos; sus campos semánticos se estructuran en orden a crear la noción de naturalidad de este situarse en el mundo de la escasez.

- b) *Bioculturales*: relaciones sociedad-naturaleza que generan bienes y servicios mediante mecanismos de retroacción negativa.

**Estructura:**

Son los componentes y relaciones que concretamente constituyen una relación sociedad-naturaleza local, realizando su organización. Esto es, todos aquellos componentes locales distinguibles como articuladores en las relaciones de intercambio (Estructura Comunal-Territorial)

**Arquitectura:**

Son las relaciones topológicas asociadas a los componentes de una unidad particular. En principio, la representación de relaciones se establece en un espacio cartesiano, donde los elementos que se relacionan poseen un peso espacial en la generación de patrones relacionales.

Por otra parte, y como característica general, todo sistema de información posee las siguientes funciones: ingreso, análisis, recuperación, modelamiento y despliegue de información.

De esta manera, encontraremos que la organización en un Sistema de Información Territorial está asociada directamente a la utilización y manejo de "Datos Geográficos", y que su estructura responde al tipo de herramienta matemática computacional que permite esta utilización y manejo.

**Dato geográfico:**

Sabemos que todo objeto es posible de definir en términos de sus propiedades cualitativas y cuantitativas. En este caso en particular, las características espaciales y las no espaciales, son las que definen el dato geográfico.

Un dato geográfico se caracteriza por poseer: Propiedades Espaciales: ubicación respecto a un sistema de coordenadas conocido, y relaciones espaciales con otros elementos (relaciones topológicas). Propiedades no Espaciales: cualidades en su estructura (pH, color, población, etc.), y cantidades asociadas en el caso que corresponda.

**Sistema de Información Geográfica:**

"Es un conjunto de herramientas (algoritmos) que permiten ingresar, recuperar, analizar, modelar datos geográficos, y desplegar información geográfica".

## CONCEPTOS DE MODELO

La problemática asociada a los recursos naturales debe transitar necesariamente por la descripción de los fenómenos involucrados. La descripción del fenómeno se establece generando una imagen a través de un modelo (Figura 5.1). De esta manera, se tiene:

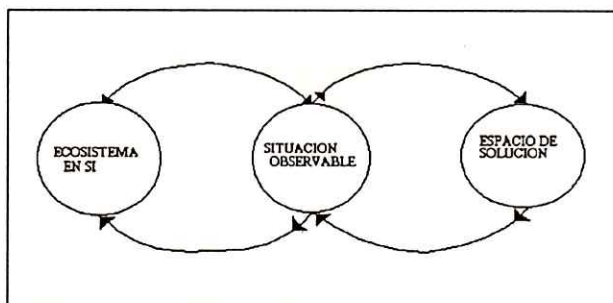


Figura 5.1 Modelos: Territorio, Territorio-observable, Territorio-modelo

El espacio de solución tiene dos extremos, un modelo de alta simplicidad o de alta complejidad. Lo anterior se traduce, para el primer caso, en que no es posible derivar un aspecto de cualquier otro, o sea irredundante. Para el segundo, resulta epistemológicamente trivial. Se requiere, entonces, definir el conjunto de fenómenos que pertenecen al recurso natural para construir un modelo o imagen y delimitar una metodología de trabajo.

A continuación describiremos el proceso de conocimiento involucrado entre el fenómeno y la imagen. En primer lugar, sólo algunos atributos del fenómeno son observables o distinguibles por el observador; de esta manera, dentro del espacio fenomenológico, existe tanto el conjunto de los elementos que pertenecen al fenómeno, como los que no le pertenecen. Algunos de éstos son observables y otros son inobservables. Estos últimos son los que determinan y, por ende, limitan la resolución en la imagen.

Existen muchas formas de construir modelos, por su simplicidad y operacionalidad podemos generalizarlos en base al tipo de representación y relación que se establece respecto al fenómeno.

De esta manera, tenemos los modelos a escala, isomórficos y holomórficos.



### Modelos a escala

Este tipo de modelo es una representación de la arquitectura del sistema. Así, es posible establecer las relaciones topológicas entre los elementos que son distinguidos como componentes de la unidad. Fundamentalmente se basa en la variación de las escalas espacio-tiempo. No es, en sí, una solución a los problemas asociados al fenómeno, sin embargo, contribuyen a ser instrumentos de experimentación. Como ejemplo de modelos a escala, están los Modelos de Elevación Digital, obtenidos mediante la interpolación de curvas de nivel.

### Modelo isomórficos

Se definen isomórficos, cuando se establecen relaciones, uno a uno, entre el fenómeno y su imagen; o sea, cuando nuestro modelo relaciona cada elemento componente con cada elemento del fenómeno. La correspondencia no debe ser entendida como forma absoluta, sino puede ser también una ecuación paramétrica o una representación abstracta. Este tipo de modelos lo encontramos en lo que es el negativo y el positivo de una fotografía, un diseño de una taza hecho con digitalización computarizada y su producción posterior. En el caso de los recursos naturales, estos modelos resultan poco operacionales.

### Modelos homomórficos

Se denominan homomórficos a los modelos cuyos elementos son capaces de reproducir elementos estructurales del fenómeno. Esto es, una correspondencia que no totaliza los elementos del fenómeno. En general, dada la complejidad en que se presentan los fenómenos asociados a los recursos naturales, es imposible no tener modelos homomórficos en nuestras representaciones.

### Modelación en sistemas de información geográfica

La modelación, en SIG, tiene a nuestro entender una característica fundamental en el plano de la modelación. Esta es la posibilidad de conjugar un modelo a escala en representación gráfica y un modelo homomórfico, en términos de la imagen explicativa del fenómeno bajo estudio. Caracterizado esto último por el establecimiento de la Arquitectura del área involucrada, en base a la generación de la topología de los elementos componentes, así como el manejo de la información consustancial a éstos de tipo cualitativa y cuantitativa almacenada en las bases de datos.

Aunque la filosofía de los SIG, en términos temporales, es de semipermanencia, es posible el diseño de escenarios que den cuenta de las zonas de mayor probabilidad de ocurrencia del fenómeno, en base a las características locales y generales de las superficies generadas. Sin embargo, un paso previo a la generación de estas superficies o escenarios, es el de modelarlas a partir de datos puntuales. Esto conocido como metodología de interpolación se revisará brevemente en el próximo capítulo.

### Sistema de información territorial

El Sistema de Información Territorial, a diferencia del SIG, es un modelo de la relación sociedad-naturaleza asociada a un territorio. Debe diseñarse sobre la base de una concepción relacional de los componentes sociedad-naturaleza que existen en el área y la información por éste generada, debe cumplir con características integrativas para guiar al proceso de toma de decisiones.

Funcionalmente, debe incorporar flujos de información y funciones de articulación social que permitan distinguir aquel conjunto de relaciones y elementos que permiten su reproducción sin pérdida de organización (Figura 5.2). De esta manera, debe responder a los procesos de seguimiento, valoración y evaluación de cambio de las relaciones de estado asociadas a la organización del sistema sociedad-naturaleza local.

De esta forma, se incorpora la relación sociedad-naturaleza en los procesos de planificación y gestión del desarrollo económico del territorio elegido. Para lograr tal fin, es necesario involucrar en el tema a los sectores productivos (para conseguir su compromiso con la protección sociedad-naturaleza); a la población local (para generar desde la base las estrategias destinadas a resguardar el capital siconatural); y a las instituciones estatales y no gubernamentales (para velar porque se incluya el marco de este capital en sus actividades de planificación y gestión).

Es, en este contexto, evidente la necesidad de contar con una Base de Información, relativa a las características del territorio objeto de intervención, que centralice todos los antecedentes relacionados con la problemática ambiental, a nivel de articulación de primer orden (Comuna) relacionándose eventualmente con similares acciones a nivel de segundo orden (Regional). La concepción de este instrumento deriva de la necesidad de conocer la base físico-natural, en la cual esta problemática se desarrolla.



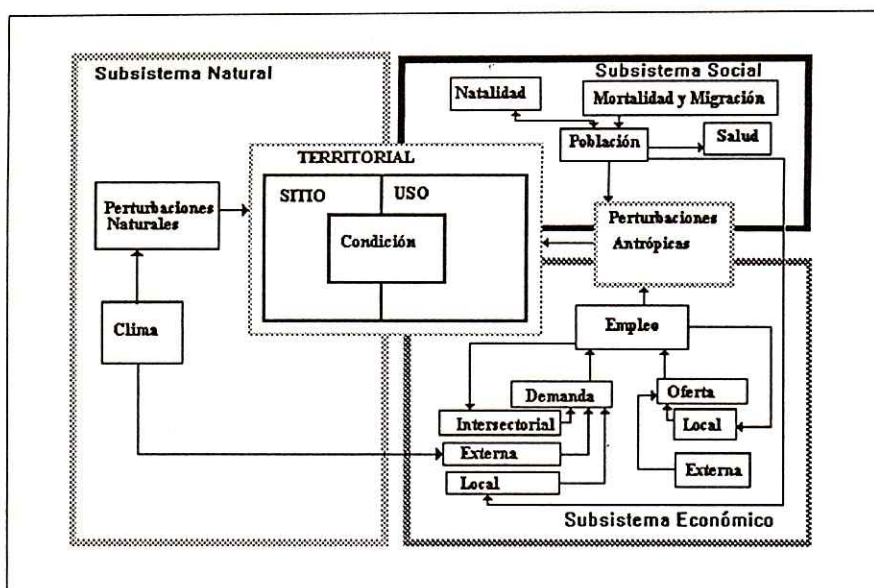


Figura 5.2 Modelo Relacional Sociedad-Naturaleza.

## HACIA UNA PROPUESTA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Siendo el territorio el lugar donde se plasma la relación sociedad-naturaleza, se hace fundamental el programar un ordenamiento, de acuerdo a las características cualitativas y cuantitativas de la relación.

Es sabido que las actividades del hombre consisten, primordialmente, en la manipulación de los elementos que distingue como recurso. Con mayor información y comprensión, esta intervención puede ser guiada a través de cambios estructurales, conservando la relación sociedad-naturaleza, reduciendo las pérdidas de materia, energía e información y aumentando la productividad de ellos (Fosberg, 1963).

La metodología que se aplicó se basa en considerar al territorio como un todo, formado por unidades relacionales, clasificadas como homogéneas según una visión productiva; y a partir de la arquitectura de éstas, aproximarse a los posibles comportamientos estructurales.

El objetivo es alcanzar un estado de Armonía ecosistémica, entendiéndose ésta como una conveniente proporción entre los elementos del sistema en un estado determinado (Gastó, 1980)

El conocer el estado, el cual se define por sus componentes y sus procesos de funcionamiento, dará la información necesaria para determinar los cambios relacionales a obtener.

La tendencia mundial de análisis de los problemas de impacto ambiental bajo una concepción sistémica, lleva, por un lado, a que se deba procesar y manejar grandes volúmenes de información cuali-cuantitativa de los distintos parámetros del territorio, y, por otro, se deba generar modelos espaciales que permitan establecer las soluciones adecuadas para el territorio en estudio. Ambos objetivos se pueden alcanzar mediante la utilización de SIG, con lo que es factible manejar bases de datos y expresar espacialmente la información del área de estudio, según los atributos biosociales definidos para los diferentes Sitios.

El ordenamiento ecológico y sistémico de la información que se puede obtener del clima, ambiente edáfico, uso de la tierra y vegetación, se analiza bajo el concepto de Sitio, el cual puede contener además de las variables antes mencionadas, atributos inherentes, relacionados con su potencial productivo, expresado cualitativamente y cuantitativamente.

El impacto ambiental del uso actual de la tierra actúa sobre los estados del sitio cambiando su condición, la que se define como el estado en que se encuentra el ecosistema-sitio de acuerdo al uso que se le está dando y al estilo de transformación respecto del estado óptimo.

De lo anterior, el estructurar un sistema de información, en base a categorías de organización y estructura, como es el sitio y su condición (Gastó *et al.*, 1993), se traduce en elevar la capacidad de diagnóstico, en las instancias de planificación comunal.

La comprensión de la dinámica de interrelaciones ecológicas-administrativas-espaciales se puede comprender al analizar las siguientes bases conceptuales:

- a) Sistema ecológico (sitio y condición)
- b) Sistema administrativo (comuna, predio y cercado o potrero).
- c) Referenciación y análisis del espacio ecológico-comunal-predial (Sistemas de Información Geográfica).

La importancia de relacionar el espacio-sitio con sistemas de información geográfica, se basa en la necesidad de que el manejo de un sistema agrícola (ganadero asociado a pastizal, por ejemplo), no se puede concebir como un subsistema aislado del sistema predial; por ello, se trata de organizar un sistema de ordenamiento ecológico del territorio que permita optimizar al sistema completo incluyendo al ganado, los cultivos,



los bosques y las áreas silvestres protegidas, como así la tecnoestructura y la socioestructura.

Por otra parte, el desarrollo de bases de datos, de tipo relacional, permite asociar variables bióticas y abióticas con variables administrativas del espacio en estudio.

De lo anterior, y utilizando las posibilidades de operación del álgebra Booleana y Matricial, sobre criterios de planificación territorial, para un determinado espacio, es posible establecer una serie de análisis que permitan desarrollar modelos que faciliten la toma de la decisión silvoagropecuaria o sociocultural.

### Criterios y aproximaciones al método de ordenamiento

Si se considera que la oferta de suelo es tan variada, se puede pensar que un mismo territorio determinado podría tener un sinnúmero de posibilidades de uso, de acuerdo a los intereses particulares de su propietario. Pero este sinnúmero se reduce drásticamente cuando se plantea el congeniar, a nivel de planificación, lo OPTIMO con lo ADECUADO.

La combinación exacta entre lo óptimo y lo adecuado, trae a cuenta el generar el máximo producto de un sitio, pero teniendo claramente determinado que esa extracción de potencial o ese uso es correcto para el desarrollo y mantenimiento de un determinado territorio.

Los sitios tienen variados usos, pero siempre este uso se encuentra dentro de unos límites que ha fijado el momento de uso. El caracterizar la potencialidad óptima de un sitio da mayor capacidad de fijar ese límite hasta ahora tan difuso y resulta importante el conocer hasta donde se puede utilizar un suelo sin perder información de cada uno de sus sitios.

La zona utilizada para este estudio fue la comuna de Melipilla, perteneciente a la provincia de Melipilla, Región Metropolitana. Esta comuna se encuentra dentro de la Provincia Secoestival Prolongada que se ubica en Chile Central y se extiende entre los paralelos 32° 30' L.S. y los 34° L.S. (Gastó, J.; Cosío, F. y Silva, F. 1990, 1993).

La metodología que se utilizó en relación al SIT (Figura 5.2) parte por la recopilación de la información, en este caso corresponde a los Mapas Temáticos (escala 1:50.000) obtenidos de:

- Cartas IGM de:
  - Purrangue (3330-7115)
  - Melipilla (3330-7100)
  - Talagante (3330-7045)
  - Longovilo (3345-7115)
  - Cholqui (3345-7100)
  - Laguna de Aculeo (3345-7045)
  
- Fotografías aéreas: Vuelo SAF. CH60 1:60.000 1983.

Los Mapas Temáticos obtenidos son:

- Límites comunales
- Uso de la tierra.
- Productividad Primaria Potencial.
- Productividad Secundaria Potencial.
- Tipología de Pastizal.
- Agroclimas.
- Hidroestructura.
- Predios.
- Fondo orotopográfico.
- Distritos ecológicos
- Sitios
- Tipo de vegetación.
- Red vial
- Areas de riego y de secano.

El análisis se realizó en base a las descripciones de sitios y distritos de la comuna.

Los distritos corresponden al cuarto nivel jerárquico del Sistema de Clasificación de Pastizales propuesto por Gallardo y Gastó (1987); Gastó *et al.* (1990); Gastó, Cosio y Panario, (1993). Están definidos esencialmente por la pendiente que domine la unidad de paisaje.

Los sitios se definen como todos los ambientes edáficos abióticamente homólogos que tienen potencial similar de producción cualitativa y cuantitativa. Corresponde al quinto nivel jerárquico del Sistema de Clasificación de Pastizales propuesto por Gallardo y Gastó (1987) y Gastó *et al.* (1990); Gastó, Cosio y Panario, (1993). Operacionalmente es la unidad que permite caracterizar los tipos de ecosistemas que se presentan en un medio o en un campo determinado. Está definido por la textura-



profundidad y por el grado de hidromorfismo, además de otras variables opcionales que lo limitan. Cada sitio presenta un potencial productivo de acuerdo al uso y al estilo de uso que se le asigne (Panario *et al.*, 1987).

A partir de las resultantes de la combinación los Distritos y Sitios se creó una nueva carta denominada, DisSitio (Figura 5.3) que incorpora las variables consideradas en ambos anteriores. Teniendo así como resultantes un variada gama de posibilidades de uso, que son valoradas para cada uso en relación a su mayor o menor potencialidad.

Para valorar los posibles usos de cada uno de los Sitiodis, se consideraron todas las posibilidades existentes en este nuevo escenario y se ordenaron en las siguientes clases:

CLAVE	NOMBRE
2	Regular
3	Bueno
4	Excelente
10	No apto

Cuando exista un Sitio que no ha sido clasificado se señalará con:

5	No determinado
---	----------------

La clasificación de los DisSitio se hará para cada uso empleados en este trabajo siendo en general los considerados en la clasificación de Gastó *et al.* (1993).

NOMBRE	CLAVE de USO
- Vivienda y Tecnoestructural (Figura 5.4 )	3
- Cultivos (Figura 5.9)	4
- Frutales (Figura 5.8)	1
- Forestal (Figura 5.6)	6
- Ganadero (Figura 5.5)	5
- Area Silvestre (Figura 5.7)	2

Ejemplos de Criterios para la determinación de USO: caracterización de Uso: Tecnoestructural-Vivienda y Frutal.

Si bien se caracterizaron todos los sitiodis en relación a la valorización obtenida para cada uso, se exponen a continuación como ejemplos sólo dos usos para facilitar el desarrollo de la metodología.

Desde el punto de vista ecológico, el paisaje urbano y los hábitat de la ciudad, *marcados por la gran influencia del hombre, se caracterizan como sigue:*

1. La producción y el consumo de energía secundaria son altos
2. Gran importación y exportación de materiales, enorme cantidad de desechos. Aparición en el suelo del "estrato cultural" conformado, principalmente, por las grandes urbes.
3. Fuerte contaminación del aire, suelo y agua. Presencia de eutrofización y aumento del efecto invernadero.
4. Disminución de las aguas subterráneas, debido a su extracción y a la construcción de superficies impermeables.
5. Cambios en el perfil de la superficie del suelo y en la formación natural del suelo, debido a la pavimentación, relleno, excavación y compactación. Alta pérdida de información del suelo.
6. Desarrollo de un ambiente típicamente urbano, caracterizado sobre todo por mayores temperaturas y sequedad relativa.
7. Espacio heterogéneo y en mosaico.
8. Desequilibrio en favor de los organismos consumidores, baja producción primaria y débil actividad de los organismos detritívoros.
9. Cambios fundamentales en las poblaciones vegetales y animales.

Principios para la protección de especies y ecotopos en la política de desarrollo de la ciudad, según Aughagen y Sukopp (1982).

1. Principio de zonificación ecológica urbana en la conservación : En los extrarradios deben ser conservados los restos de los ecosistemas naturales, así como de los ecosistemas determinados por la ordenación agrícola y forestal del suelo. En las zonas centrales se potenciarán las comunidades naturales específicas de los usos del suelo de una ciudad.
2. Principio de prevención de toda interferencia evitable con la naturaleza y el paisaje: deberá existir una disminución de la pavimentación.
3. Principio de apoyo al desarrollo de las zonas céntricas: En las etapas de planificación de los centros urbanos se debe tomar en cuenta la necesidad de preservar los espacios necesarios para la conservación de las especies.
4. Principio de continuidad histórica: Deberán ser identificados y protegidos los hábitat primarios o de larga tradición histórica.



5. Principio de mantenimiento de la variación local: Durante la planificación espacial de los proyectos de construcción, y durante las plantaciones de los espacios abiertos, se tendrán en cuenta las características propias de cada zona y sus rasgos distintivos, que deberán mantenerse por encima de todo.
6. Principio de zonificación, según la intensidad y frecuencia de uso: En todo planeamiento y ordenamiento, se prestará especial atención a las diferencias existentes entre la utilización intensiva y extensiva del suelo. Se debe concentrar el uso primario en aquellas zonas con gran capacidad de soporte, dejando libre a aquéllas de productividad.
7. Principio de mantenimiento de los espacios abiertos de grandes dimensiones: Varios espacios abiertos pequeños no tienen el mismo efecto que uno solo y grande.
8. Principio de unión de los espacios abiertos: Para reducir el efecto del aislamiento de las poblaciones vegetales y animales.
9. Principio de mantenimiento de la variedad de elementos típicos en el paisaje urbano: La variedad de especies y comunidades naturales sólo se podrá mantener a través de un uso variado de las superficies, en todos los puntos de la ciudad.
10. Principio de incorporación funcional de los edificios a los ecosistemas: En zonas densamente edificadas, se incrementarán los espacios vitales para plantas y animales, aprovechando tejados y muros exteriores.

*Cuadro 5.1: Esquema de ordenamiento de la valoración del DisSitio*

DEPRESIONAL		PLANO
CLAVE SITIO		
ONDULADO	CERRANO	MONTANO

Tomando en cuenta estos principios se procedió a caracterizar en cuanto a la posibilidad de tener DisSitio con aptitud para uso en Tecnoestructural-Vivienda. En los cuadros 5.2 y 5.3 se puede apreciar el ejemplo para el uso antes nombrado.

Cuadro 5.2: Esquema del Cuadro General de Sitios posibles en cada Provincia y Distrito (Panario et al., 1988), indicándose en cada casillero su código

TEXTURA- PROFUNDIDAD	HIDROMORFISMO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Hidromórfico permanente superficial	Hidromórfico permanente medio	Hidromórfico permanente profundo	Hidromórfico estacional superficial	Hidromórfico estacional medio	Hidromórfico estacional profundo	Drenaje lento	Drenaje moderado	Drenaje rápido
1 Liviana-Delgado	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2 Media-Delgado	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3 Pesada-Delgado	31	32	33	34	35	36	37	38	39
4 Liviana-Mediano	41	42	43	44	45	46	47	48	49
5 Media-Mediano	51	52	53	54	55	56	57	58	59
6 Pesada-Mediano	61	62	63	64	65	66	67	68	69
7 Liviana-Profundo	71	72	73	74	75	76	77	78	79
8 Media-Profundo	81	82	83	84	85	86	87	88	89
9 Pesada-Profundo	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Cuadro 5.3: Ejemplos de Caracterización de Uso TECNOESTRUCTURAL-VIVIENDA (Obtenido de la sección sombreada del Cuadro 5.2)

2		2	2		2	2		2
66			67			68		
3	4	10	3	4	10	3	4	10
10		10	10		10	10		10
76			77			78		
3	4	10	2	4	10	2	4	10
10		10	10		10	10		10
86			87			88		
2	4	10	2	4	10	3	4	10



Históricamente, los huertos frutales fueron grandes extensiones de tierras, con plantaciones de baja densidad y árboles muy grandes, que utilizaban riegos tradicionales (generalmente surco). Pero lo más importante, en este caso, es que estaban restringidos a las mejores clases de suelos y tanto las especies como las variedades eran muy acotadas, limitando así su desarrollo como rubro nacional.

Con el tiempo, todo esto cambió y actualmente existen nuevas tendencias y criterios en la producción frutícola.

Dentro de los criterios para desarrollar una producción frutal óptima tenemos:

- La intensificación de la producción
- Huertos de alta densidad
- Rápida entrada a plena producción
- Alta tecnología:
  - Controles sanitarios periódicos
  - Riego tecnificado
- Ocupación de suelos con distritos ondulados y cerranos:
  - Masa radicular limitada permite aprovechar suelos de profundidad media.
  - Cada 25 mts de altura se gana 1º C de temperatura, lo que permite ocupar zonas libres de heladas o con menor riesgos de ocurrencia.
  - Permiten evitar pérdidas de suelo de zonas más altas.
  - Aumenta la cosecha de agua.
- Uso de especies y variedades con amplia gama de adaptación a diferentes situaciones edafoclimáticas.

Es así como obtenemos una clasificación de sitiodis como sigue:

Cuadro 5.4: Ejemplos de Caracterización de Uso FRUTAL  
(Obtenido de la sección sombreada del Cuadro 5.2)

2		2	2		2	2		2
66			67			68		
2	2	10	3	3	10	3	3	10
2		3	2		2	2		3
76			77			78		
3	3	10	4	4	10	4	4	10
3		3	3		3	3		3
86			87			88		
4	4	10	4	4	10	4	4	10

Haciendo un análisis comparativo del Cuadro 5.3 y el Cuadro 5.4, para cada distrito del sitio 87, de los datos obtenidos de la clasificación, anteriormente realizada, se encuentra que:

- *Distrito Depresional:* No cumple con las condiciones para desarrollo del uso Tecnoestructura-Vivienda (No Apto), siendo Regular para desarrollo del uso Frutal. Es importante señalar que si bien algunos suelos depresionales presentan profundidades interesantes para este último uso, la posibilidades de sufrir, en algún período, inundación hace descartar su uso. El mismo problema se presenta para la edificación y habitación humana en dichos sectores.
- *Distrito Plano:* Si bien se obtienen los mismos resultados anteriores, las motivaciones son diferentes. El ser No apto para uso Tecnoestructura-Vivienda es principalmente por la tendencia a no ocupar suelos con estas características, desplazando este uso a suelos más pobres que ya han perdido información. El que también sea Bueno para uso Frutal, dice relación con la capacidad óptima que estos suelos tienen para este uso, pero se incentiva la tendencia a usar como Frutal, primordialmente, sitios en distritos ondulados.
- *Distrito Ondulado:* El tener un uso tecnoestructural-vivienda con valoración Regular, no es sino por el criterio de mantener estos distritos con buenos suelos



para uso fundamentalmente Frutal, lo que los hace ser clasificados como excelentes para este último uso.

- *Distrito Cerrano:* Es aquí donde se produce un caso interesante de analizar, pues estos terrenos pueden ser potencialmente usados con calificación Excelente, para ambos usos. Esto indica que se acepta la competencia en determinadas condiciones, como la actual, donde otros criterios (como el económico, opciones personales) deberían entrar a primar.
- *Distrito Montano:* Este distrito es clasificado como No apto para Tecnoestructural-Vivienda y Frutal, debido a que estas zonas deben preferencialmente destinarse a conservación y protección, debido a su responsabilidad en la formación de material de origen del suelo, así como cosecha de agua.

### CONDICIONES ÚNICAS

El análisis de Condiciones Únicas (Cuadro 5.5) supone simultaneidad de ocurrencia de eventos para un determinado territorio. De esta manera, la combinación de clases, de acuerdo a las distinciones valorativas, hechas por el observador, se transforma en una clase única. Para el caso de Melipilla, las distinciones de un territorio son los usos potenciales que el observador asigna y que pueden ser contradictorios. Sobre la clase única, se desarrolla el proceso de valoración y evaluación de la indeterminación del Sistema de Clasificación de Ecorregiones (Cuadro 5.2) en la asignación de uso. Para la Comuna de Melipilla, se obtuvo un error de usos incompatibles de un 0.01%, esto es 10 ha en 200 km<sup>2</sup>. El SIG elegido para este tipo de análisis fue SPANS de TYDAC.

Cuadro 5.5: Ejemplos de resultados obtenidos por Condiciones Unicas.

CLASE	A Silves	Cultivo	Forestal	Frutal	Ganader	Tec-Viv	USO
2	2	2	4	2	2	3	Forestal
13	2	3	10	2	4	3	Ganad.
10	3	10	10	10	2	4	Tec-Viv
35	4	2	10	10	3	10	A Silve.
2	2	3	10	3	3	10	Cultivo Frutal Ganade.

Según los resultados anteriormente obtenidos, podemos generar un Modelo de Ordenamiento Territorial (Figura 5.10), donde tengamos caracterizadas las zonas potenciales de uso para un determinado rubro. De esta manera, los futuros y posibles impactos por operaciones productivas podrán ser calculados previamente a que se produzcan.



Figura 5.3 Carta de distritos y sitios, Comuna de Melipilla, Chile

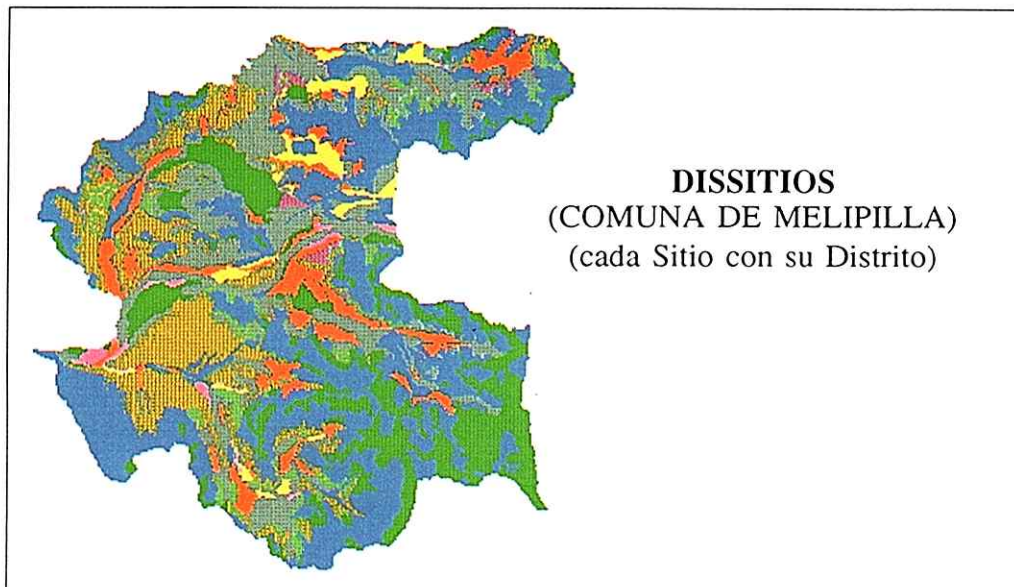


Figura 5.4 Carta de aptitud para tecno-estructura, Comuna de Melipilla, Chile

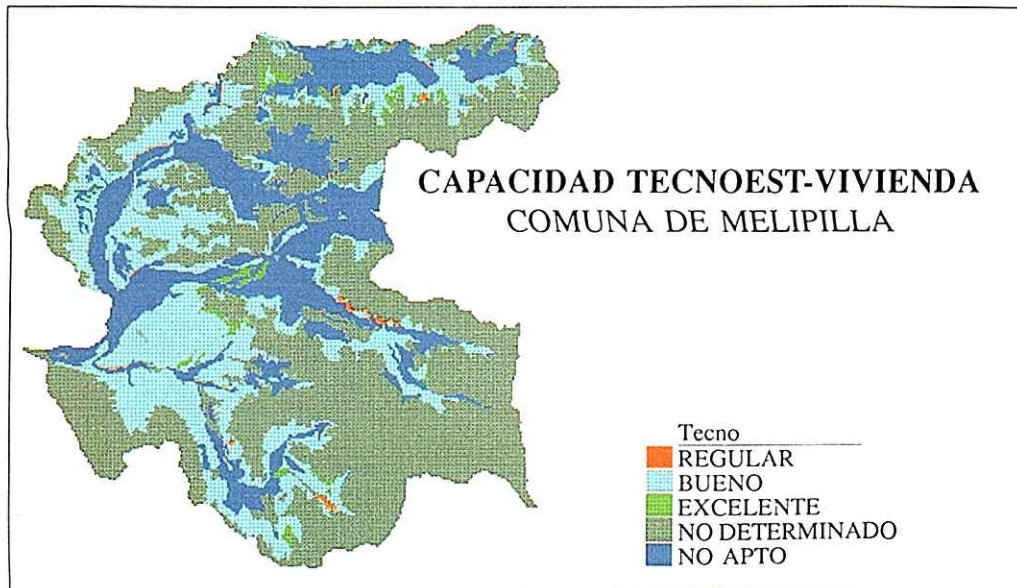


Figura 5.5 Carta de aptitud para ganadería, Comuna de Melipilla, Chile

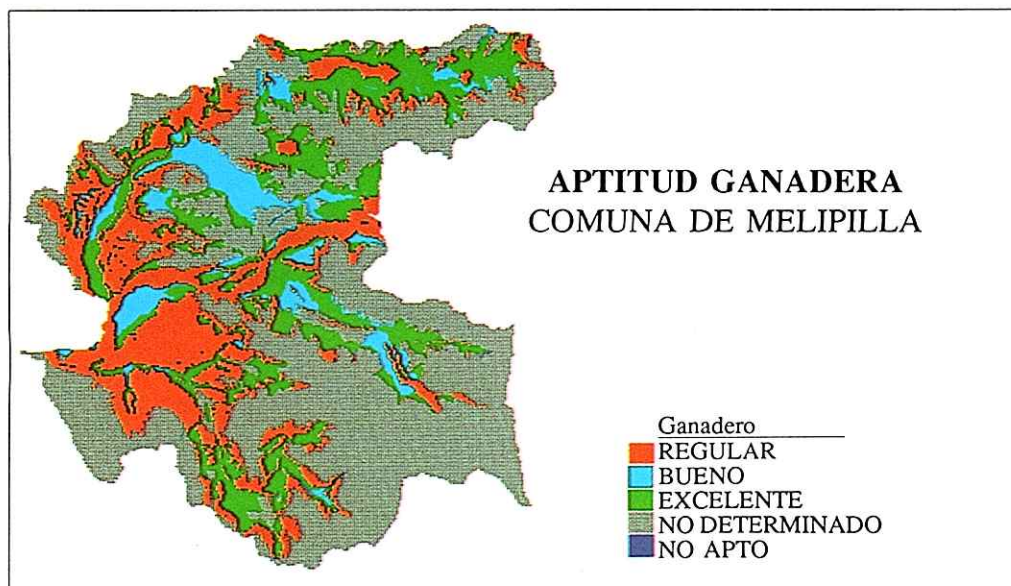


Figura 5.6 Carta de aptitud forestal, Comuna de Melipilla, Chile

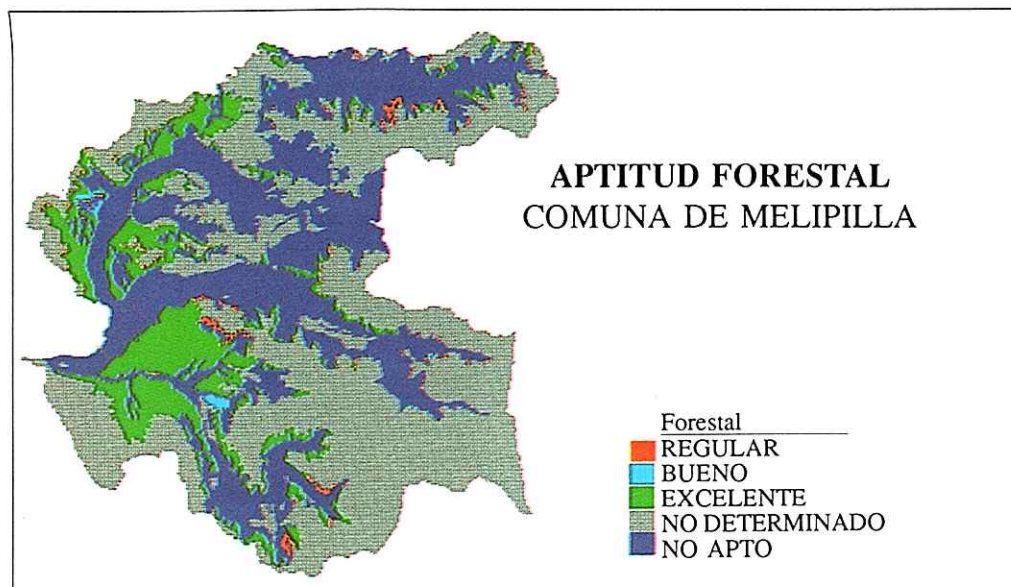




Figura 5.7 Carta de aptitud para áreas silvestres protegidas, Comuna de Melipilla, Chile

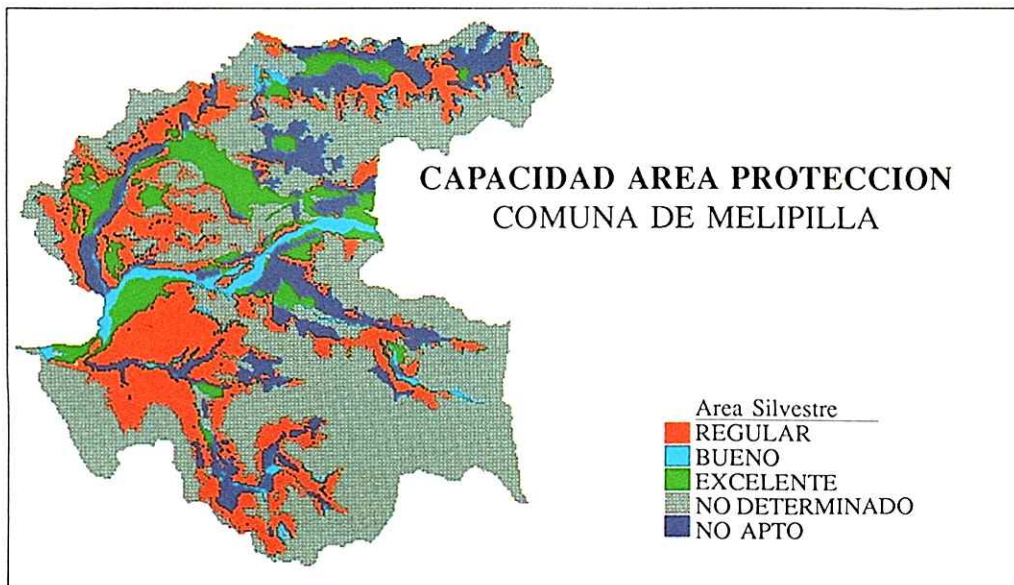


Figura 5.8 Carta de aptitud para frutales, Comuna de Melipilla, Chile

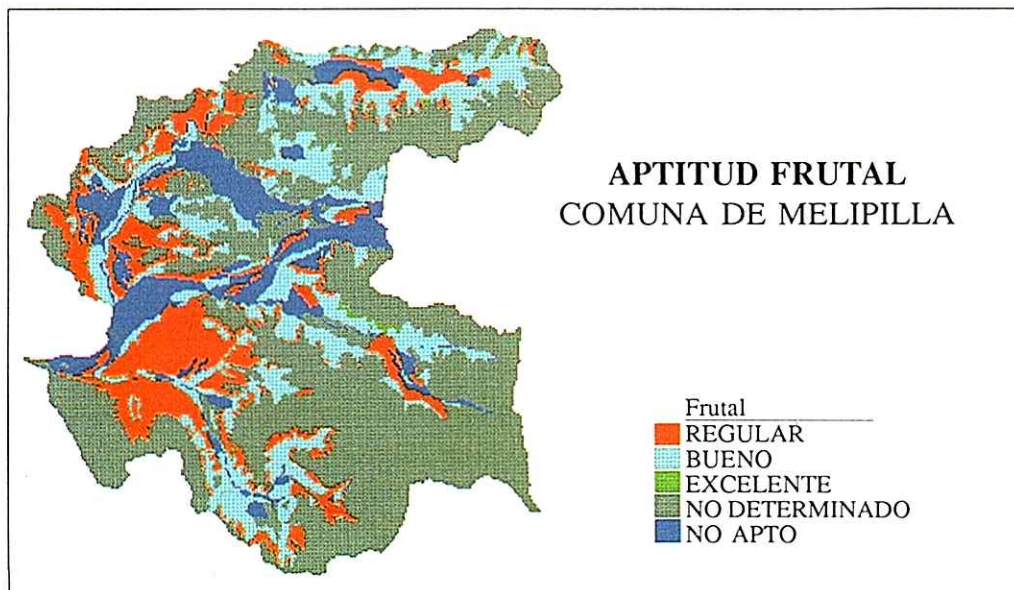


Figura 5.9 Carta de aptitud para cultivos, Comuna de Melipilla, Chile

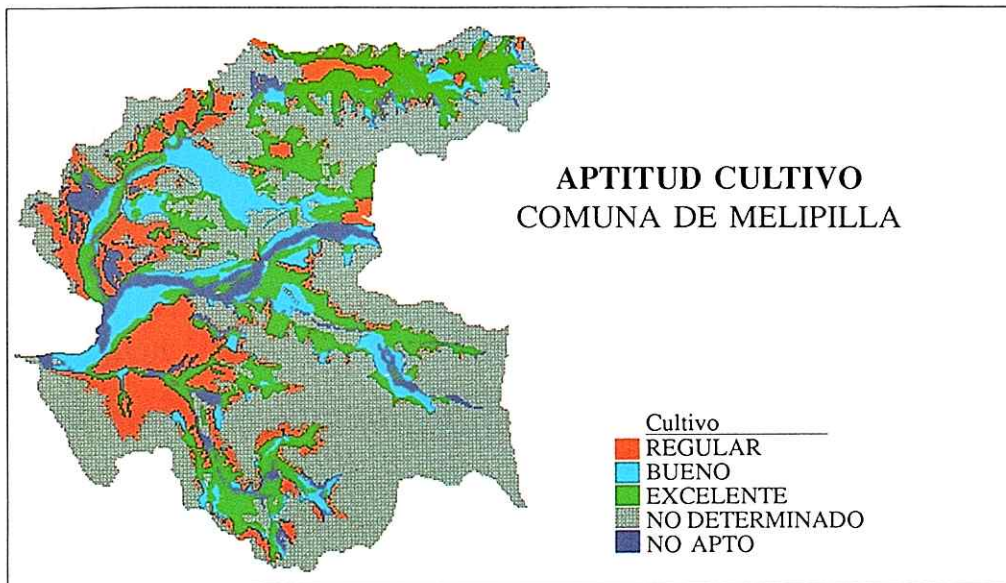
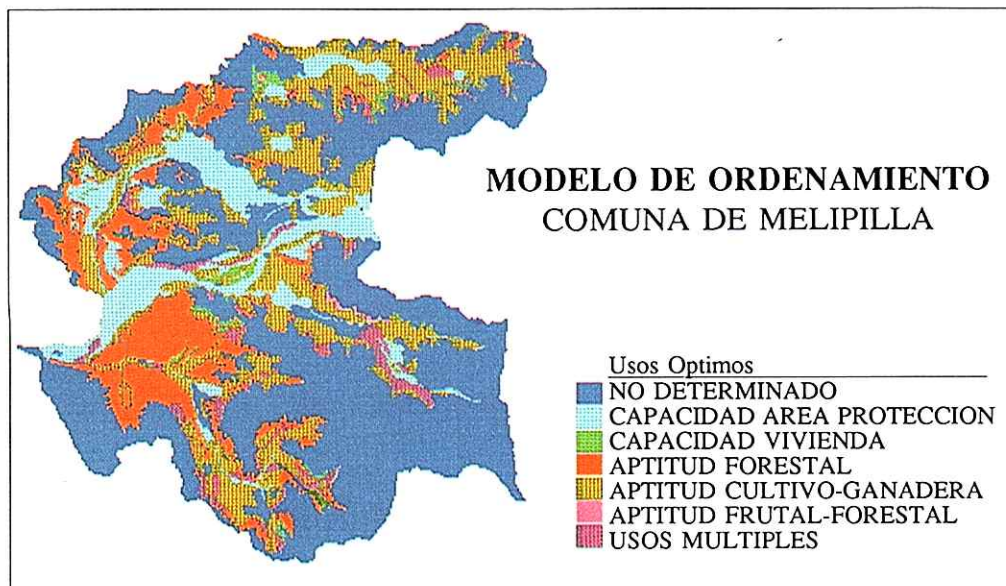


Figura 5.10 Carta de modelo de ordenamiento territorial, Comuna de Melipilla, Chile





## Capítulo 6

### Criterios básicos en la manipulación del dato geográfico

#### RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Una de las etapas fundamentales en el desarrollo de un Sistema de Información Territorial, es la recolección de datos espaciales y no espaciales. Esta influirá de manera determinante en el desarrollo y en el desenlace de la investigación, dado que las demás etapas se sustentan en ella.

Como resultado de la recolección y organización de los datos espaciales y no espaciales, se genera, a través de la relación contexto y contenido, el dato geográfico. Este, en síntesis, está dirigido a disminuir la indeterminación de fenómenos que tienen una clara connotación espacial, a través de la representación de sus relaciones o contextualización.

La información que proviene de una gran variedad de fuentes, resulta ser de variados tipos y está ordenada en diferentes sentidos. La combinación de esas fuentes, su relación a través de similitudes y sistemas de ordenamiento, permitirá realizar una adecuada selección y jerarquización de esta información.

Un esquema dentro del manejo de datos, en trabajos relativos a representación cartográfica, se asocia a las siguientes fuentes: bibliográfica, estadística y cartográfica; que, a su vez, están contenidas en numerosos tipos: inventarios, informes, diagnósticos, datos censales, mapas, etc. Por lo general, esta información es proporcionada por organismos públicos que, en su mayoría, la mantienen en un conjunto de archivos compuestos por grandes cantidades de papelería que imposibilitan, por una parte, un

acceso rápido y adecuado a ella y, por otra parte, pone en duda la validez de la información dados los procesos de actualización.

Actualmente, la tecnología computacional ha dado paso a un importante avance en el registro, tratamiento y entrega de información, la que, por estos medios, es susceptible de ser actualizada de manera eficiente y rápida, permitiendo acceso y una disminución del espacio físico donde ha de ser almacenada, además de menores costos de su mantención. Si bien es cierto, esta tecnología ha permitido manejar y analizar la información estadística, sólo recientemente ha sido posible realizar la transformación de la información cartográfica, a un formato digital que permita su manejo en las computadoras.

### LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la recolección de los datos es una de las actividades fundamentales dentro de la metodología general de diseño y desarrollo de Sistemas de Información Territorial. Meaden y Kapetsky 1992, señalan que se está prestando poca atención al perfeccionamiento de las técnicas de acopio de datos como medio para mejorar la calidad de la información obtenida.

Generalmente, una de las formas más directas, en términos perceptuales, de presentar la información es en forma de mapas, cuadros estadísticos, informes o gráficos. Cada uno de estos formatos requiere datos reunidos de diferentes maneras. Para posibilitar el adecuado manejo, en términos de organización de los datos, proponemos la siguiente subdivisión :

1. Datos primarios (captados directamente).
2. Datos secundarios.
3. Datos sustitutivos.
4. Datos telepercibidos.

Según la experiencia adquirida, la subdivisión anterior puede que esté afecta a algún tipo de cambio, dados los objetivos y limitaciones considerados dentro del marco operacional de la investigación que se esté desarrollando. Sin embargo, permite una primera aproximación en la clasificación de la información.



## OBTENCIÓN DE DATOS PRIMARIOS (CAPTADOS DIRECTAMENTE)

El volumen de datos primarios que se pueden reunir para cualquier investigación está en función de un conjunto de variables, entre las que podemos señalar:

- disponibilidad de tiempo
- desembolso de capital
- cantidad de datos secundarios ya disponibles
- dimensiones del área de estudio
- equipo disponible
- precisión con que se requieran los resultados

Debido a la limitación de recursos a que, generalmente, se ven sometidas las investigaciones, es difícil obtener un panorama completo de la zona de estudio.

Los datos reunidos aquí son de distinto tipo: numéricos, digitales, impresiones fotográficas, gráficos, descripciones, etc. Estos, por la falta de elaboración, tal vez resulten inicialmente de poca utilidad, pero sometidos a diversas transformaciones será posible obtenerlos como :

- mapas topográficos, temáticos o derivados
- material escrito o ilustrativo para revistas, libros, informes, etc.
- estadísticas o cuadros
- representación en diversas formas gráficas
- edición para crear una exposición documental o visual (películas, videos, diaporamas)

La recolección de datos primarios consiste, básicamente, en adquirir diversos tipos de datos "originales", mediante métodos y técnicas personales o directos. Toda la información publicada ha debido tener su origen en varias clases de investigación primaria. A continuación se expone una tipología general de recolección de datos primarios propuesta por G. Meaden y J. Kapetsky (1992). Dentro de cada técnica hay subcategorías específicas, aplicables a las distintas esferas de la investigación. Todas las técnicas tienen un alto grado de refinamiento; por ejemplo, para las mediciones y fotografías, existe una serie de instrumentos, y en algunas de ellas, se puede adquirir una gran pericia, como en el caso de los croquis del terreno. Para todas existen normas o convenciones reconocidas, que han sido concebidas para operar en un marco científico que asegure determinados grados de detalle, precisión, coherencia, etc. La mayor parte de estas técnicas primarias exige cierta labor preparatoria para que las metas y objetivos estén claros y el equipo disponible, a fin de poder cumplir con un calendario y efectuar fácilmente el registro de datos. Como resulta poco

práctico cubrir toda una extensa zona con una sola técnica, habrá que emplear varios métodos de muestreo (Cuadro 6.1)

Cuadro 6.1: *Técnicas de Acopio de Datos Geográficos*

<i>Técnica</i>	<i>Observaciones</i>
Cartografía directa	Consiste en el registro espacial de las características visibles del paisaje, habitualmente mediante categorías codificadas.
Fotografía	Comprende la fotografía fija, la grabación de video y distintas clases de fotografías aéreas.
Croquis del terreno	Permiten dibujar las vistas y añadir anotaciones sobre las características importantes.
Entrevistas	Pueden efectuarse cara a cara o por teléfono.
Encuestas	Existen varias técnicas, se pueden ejecutar verbalmente o por correo.
Medición	Registro de datos numéricos asociados en distintas escalas graduadas, utilizando alguno de los instrumentos disponibles.

## OBTENCIÓN DE DATOS SECUNDARIOS

Los Datos Secundarios constituyen una elaboración más acabada de los datos primarios, esto es, convertidos a una forma que los haga accesibles. Su obtención es posible en lugares tales como bibliotecas, oficinas estatales, editoriales, organizaciones privadas y públicas.

Los datos secundarios suelen presentarse en los siguientes formatos:

- Informes por escrito, descriptivos, explicativos o analíticos
- Diagramas, figuras, ilustraciones, fotografías o mapas
- Cuadros, gráficos o estadísticas
- Material codificado en forma digital, para su uso en computadoras

Estas categorías, que representan la generalidad de los formatos comúnmente trabajados, comprenden a su vez numerosas subcategorías que dependerán de la disciplina o área en la que se desarrolle la investigación. Los tres primeros se presentan normal-



mente en copias impresas en papel o películas. Esta forma es adecuada para casi todos los fines de información. Es, también, la mayor fuente de datos cuando no existe la posibilidad de contar con un SIG. Sin embargo, no es apropiada para este tipo de programas sin su eventual traspaso a un formato digital.

Señalar exclusivamente las fuentes de datos secundarios comprendería un ilimitado número de éstas, por lo que sólo haremos mención a las que consideramos las principales dentro del marco que engloba este trabajo:

- Glosarios
- Boletines
- Informes anuales o trimestrales emitidos por organismos dedicados a la cartografía y Ciencias de la Tierra, en general
- Catálogos
- Periódicos y revistas comerciales
- Censos
- Atlas
- Bibliografías
- Informes y/o resúmenes de seminarios y conferencias
- Fuentes estadísticas
- Fuentes de telepercepción
- Mapas
- Bases de datos computarizadas

Se puede aseverar que en este listado existe una variabilidad en la utilidad que presentan las fuentes aludidas, dado lo cual es posible subdividir las nominalmente en la calidad del aporte. El aporte dependerá de la experiencia de los investigadores.

A medida que avanzan los años, la tendencia de estas fuentes se sumerge en nuevas metodologías electrónicas llamadas "en línea", lo que está permitiendo que la búsqueda de dichas fuentes se haya facilitado enormemente. Las bases de datos computarizadas se están convirtiendo en norma, para los diferentes tipos de bibliotecas, organizaciones nacionales e internacionales, y los departamentos gubernamentales más importantes.

Así, en el último decenio, se ha producido una proliferación de revistas académicas y comerciales unido al aumento de conferencias, seminarios y cursos de capacitación en el área. En general, la tendencia ha sido la realización de resúmenes y bibliografías, para continuar en el tiempo con un servicio de microfichas, y recientemente, las bases de datos computarizadas. A esto, debemos agregar la creciente internacionalización de los datos, la preferencia por el idioma inglés y la tendencia hacia una especialización cada vez mayor.

Si bien los avances en términos de eficiencia en la búsqueda de datos secundarios son significativos, aún existen problemas que son importantes de destacar. En primer lugar, el costo para el acceso a las bases de datos en línea sigue siendo alto para muchas personas. En segundo lugar, si bien los mapas son una fuente obvia de datos espaciales, su clasificación está muy poco clara. Hay muchos problemas de derecho de autor y documentos de carácter confidencial que entorpecen la adquisición de datos, al igual que las dificultades para localizar y acceder a los ficheros y conjuntos de datos digitales.

### LOS MAPAS COMO FUENTE DE DATOS SECUNDARIOS

El mapa constituye la mejor fuente para un SIG y, en gran medida, es el origen de su organización y estructura básica. Como han señalado Butler *et al.* (1987), los mapas brindan información exacta, clara e inequívoca sobre la presencia de diversos fenómenos en la superficie terrestre o cerca de ella. Un mapa es un instrumento cuidadosamente diseñado que registra, analiza y representa los factores interconexos de una zona en sus verdaderas relaciones recíprocas. En muchos procesos de adopción de decisiones la importancia realmente útil es la que se obtiene estudiando la relación general que existe entre todos los datos.

Podemos decir que los aspectos que distinguen a los mapas coinciden con los que anteriormente se definieron para dato geográfico. Así, por un lado, está la componente espacial del dato geográfico, con sus dos elementos constituyentes: la localización geométrica sobre la superficie del mapa, expresada en un sistema de coordenadas conocido, en relación al cual se establece la posición absoluta de cada punto y las relaciones topológicas entre las entidades gráficas existentes.

El segundo aspecto, es la información temática contenida en los mapas, por lo tanto, la información contenida definida en relación a estos dos aspectos, los tipos de entidades (contenedor) y la forma en que se mide u observa la característica temática (contenido). De este modo, se puede establecer una tipología de los mapas.

*Se suele diferenciar entre mapas de base/referencia y mapas temáticos. En los primeros la información contenida es variada, representándose, de esta forma, varios hechos simultáneamente. Su finalidad es proporcionar la localización de alguna característica.*

Los mapas temáticos, por su parte, contienen menor cantidad de información, referida a una sola variable o tema. "Su objetivo básico es facilitar el conocimiento de la estructura espacial de la variable representada, y la información sobre la mera localización de un hecho es de menor relevancia" (Bosque Sendra, 1992).



## FUENTES DE DATOS SUSTITUTIVOS

Aunque los datos primarios y secundarios, en cantidad, sean numerosos, existen zonas donde muchas veces no es posible contar con una cobertura completa de información. Para estos casos, es recomendable la utilización de los llamados datos sustitutivos, con los que, en gran medida, es posible subsanar tales problemas. De acuerdo al tipo de investigación, los técnicos, investigadores o usuarios, deberán considerar si esta alternativa satisface los objetivos propuestos, o es más rentable la recolección de los datos verdaderos. Los datos en cuestión, pueden estar en cualesquiera de los formatos señalados en la sección anterior. Su utilización se debe realizar con cuidado, pues algunas fuentes son más pertinentes que otras, y su grado de aplicabilidad es variable. En muchos casos, la decisión entre utilizar los datos sustitutivos o reunir los datos primarios pertinentes puede depender de la precisión de los primeros o de la escala a la que estén cartografiados.

La mayoría de los llamados mapas derivados incorporan una o dos fuentes de datos sustitutivos.

## FUENTES DE DATOS TELEPERCIBIDOS

Definiremos como Dato Telepercibido a toda clase de datos que sean generados sin entrar en contacto físico con el objeto; un buen ejemplo de este tipo es la toma de información a través del ojo. Como fuentes importantes señalaremos las imágenes de satélites y la fotografía aérea.

Dado el creciente volumen de datos disponibles, el rápido aumento de costos de la industria espacial y los cambios en las prioridades de los gobiernos, se está delineando como tendencia el tener una perspectiva comercial en la provisión de este tipo de datos. Es así como actualmente los datos de la telepercepción se pueden obtener a través de diferentes empresas privadas y/u organizaciones gubernamentales.

## ANÁLISIS CARTOGRÁFICO

Como lo señala Gregory Bateson (1981) "todo pensamiento o percepción, o comunicación de una percepción implica una transformación, una codificación entre la cosa sobre la cual se informa y lo que se informa de ella".

El papel que juega la cartografía como vector comunicador y el rol perceptivo del observador en relación cultural, como codificador de información, influye de forma determinante en la representación de su entorno.

Desde la perspectiva cartográfica, resulta de suma importancia aclarar conceptos sobre las relaciones de los objetos o entidades. El cambio de perspectiva que implica dejar las entidades y privilegiar la representación de relaciones, como una nueva manera de entender las cosas, no debe producir temor por situaciones nuevas o inesperadas, sino por el contrario, una ansiedad de conocimiento aún mayor, por ser, inclusive, un cambio de mentalidad en cómo percibimos nuestro entorno. "Tanto en la evolución como en el pensamiento, lo nuevo sólo puede "arrancar" de lo aleatorio.", Bateson (1981)

Desde la perspectiva basada en las entidades, la realidad descansa, o bien, en el "sistema observado", o bien, en el observador; es así como el sistema observado resulta una realidad en sí o una realidad, construida por el observador. Bajo este punto de vista un sistema puede ser la una o la otra. Aún más complicado es cuando entendemos que los modos de ver una misma realidad responden al nivel de adaptación cultural en que se encuentra cada grupo humano; de esta manera, cada grupo social clasificaría a su modo un mismo sistema, dependiendo de su ontogenia cultural.

Aceptando el postulado de la visión del realismo y la diversidad (Lahitte *et al.* 1987) se puede hablar de "percepción" desde dos puntos de vista:

- i) Como una situación pasiva, en la cual el observador recibe estímulos desde el exterior, que posteriormente se procesan.
- ii) Como una situación activa, debería denominarse observación, por cuanto implica una serie de mecanismos que el observador moviliza en el acto de percepción.

De otra manera, se puede decir que, en el primer caso, el observador tiene una percepción, y en el segundo, el observador hace una observación. Es importante aclarar que estas dos acciones constituyen dos momentos de una única experiencia, esto es, el percibir y el observar son como dos ideas de un mismo pensamiento.

La percepción no es un fenómeno aislado, ya que, además, involucra una interpretación; el hecho de observar algo y percibirlo por sí sólo no es posible, porque la interpretación influye de sobremanera a la realidad del objeto en sí.



Las similitudes se refieren a los rasgos propios de los objetos percibidos, los cuales permiten a un individuo establecer comparaciones entre ellos. La primera actividad del conocimiento está referida a un nivel de identificación o diferenciación de lo percibido, como es el caso de los bordes de un objeto. Mediante esto, se logra una distinción entre un objeto y otro. Un ejemplo podría ser la línea del horizonte, que separa el mar del cielo; esto se traduce en un tipo de conocimiento del objeto en cuestión. Bajo este contexto, es notorio el conocimiento básico, que depende de una diferencia o discontinuidad, que permitirá identificar y, a la vez, aprehender la entidad tratada.

Así, como se ha hablado de dos puntos de vista sobre la percepción, se pueden distinguir dos modos básicos de percepción:

- i) La centrada en el sujeto, lo cual implica los conceptos de sensación y placer (gusto, olfato, tacto, temperatura).
- ii) La centrada en el objeto, lo cual implica una comprensión, una intención y atención, una suerte de objetivización (audición y visión).

### TOPOLOGÍA Y CARTOGRAFIADO

Definiremos operacionalmente TOPOLOGIA como la representación abstracta (generalizada) de las relaciones espaciales que establecen los elementos de un territorio. En la representación topológica se privilegian las relaciones de los elementos entre sí más que sus formas. Así, por ejemplo, un área o polígono es definido por los arcos que lo componen, sin importar la forma específica que adquiera el polígono. Por su parte, un arco es definido en función de los nodos que marcan su inicio como fin, dándole una dirección, y por los polígonos que le son adyacentes.

El entender las relaciones de un objeto respecto de otros, se define inicialmente por la condición de cercanía de éste con respecto a aquéllos. La visión primaria del medio ambiente se realiza a partir de la propia persona mediante la utilización de órganos sensoriales, es decir de una forma egocéntrica.

Según la escuela de Piaget (1985) nos podemos percatar que nosotros, a temprana edad, poseemos una visión espacial, en términos de relaciones de proximidad y separación, orden y continuidad, inclusión y contorno, cerrado y abierto, o sea, definimos nuestra percepción espacial desde una visión topológica de uno mismo, a través de un espacio en línea recta, de magnitudes y de perceptivas. Esta visión es proyectada a un espacio definido en coordenadas cartesianas. Este paso de concepción del entorno y

comprensión adecuada de las relaciones espaciales se concretará cuando la persona se considere un objeto móvil entre otros, dentro de una estructura de referencias fijas.

La visión del espacio se irá adecuando a la realidad, dependiendo de las propias acciones y del recuerdo de éstas. Según estudios realizados, es notoria la presencia de puntos de referencia en niños de siete años, pero que se convierten en sistemas de referencia locales a partir de un año después. A partir de esta misma edad es posible el entendimiento de los sistemas métricos, con lo cual se crea un sistema de coordenadas espaciales que permite ordenar los objetos de acuerdo a tres dimensiones. Estas relaciones que se establecen como: izquierda-derecha, arriba-abajo, delante-detrás. Esta nueva relación de los objetos en un sistema espacial común a todos ellos hace adoptar una visión totalmente distinta a la suya solamente, "el niño que se libera de las cadenas del egocentrismo adquiere la posibilidad de una comprensión muy rica y total del universo" (Seagrim, 1971).

Pero esta situación es abstracta si no comprendemos la otra parte del problema, que es la relación o intercambio posicional entre los objetos; de esta forma, nacen interrogantes, tales como la existencia de una o varias realidades;

- ¿la realidad es inherente del objeto en cuestión?
- ¿la realidad es propia y absoluta del observador?
- ¿la realidad es construida, por una parte, por el observador? y por otra ¿es inherente del objeto?, es decir, ¿el objeto existe por sí solo o nosotros lo construimos?

Según Watzlawick (1986), reconoce la existencia de dos realidades. Una realidad referida a lo denotado (realidad de primer orden); es decir, a aquellos a lo que todos tenemos acceso a través de la experiencia y, por otra parte, una realidad referida a lo connotado (realidad de segundo orden), vinculada con la interpretación que cada sujeto realiza de la primera realidad. Este mismo autor dice "Crear que la propia visión de la realidad es la realidad misma, es una peligrosa ilusión".

Con respecto a la primera realidad, Albert Einstein (1985) señala, "Tenemos la costumbre de considerar como reales las percepciones sensoriales que son comunes a diferentes individuos y que tienen, por lo tanto, en cierta medida, un carácter impersonal".

La diferencia encontrada en una entidad por un observador permitirá a éste la distinción de lo observado en relación a su entorno (figura y fondo); en cuanto a la posibilidad más acertada de distinción con la información sensorial que se dispone (ambigüedad perceptual); y sobre la prontitud con que un estímulo es percibido de cierta manera,



esto por el tratamiento con que se influyen las expectativas acerca de lo que va a ver (conjunto perceptual), Bateson (1981).

Toda diferencia que hace una distinción en un suceso posterior se traduce en información, y a partir de ella se constituye el concepto de sistema (unidad). El acto del conocimiento entendido como un sistema no está determinado por las propiedades de sus componentes (observador y objeto), sino por la información (diferencias) que surge de la relación de lo que es capaz de conocer. Las diferencias extraídas en este acto se constituyen en datos para el observador, los cuales siempre resultan una traducción, registro o representación de los hechos; es así como planteamos que el dato no es el hecho, en el mismo sentido que afirmamos que el mapa no es el territorio, sino su representación. La extracción de diferencias por parte de un observador, no lo hace acreedor del conocimiento de lo observado, sino, además, es necesario el referente de observación.

Las relaciones de los objetos es, sin duda, una de las características para la comprensión de cómo interpretar el medio ambiente, la influencia de cómo se interpreta la realidad, debido a las percepciones de los individuos según sus diferencias y su conocimiento previo, da pie a que la visión de un "ecosistema debe ser definido como un grupo de organismos interactuantes, considerados cada uno de ellos como elementos de relación, siendo ciertamente el observador uno de esos elementos" (Margalef, 1978). Es así como queda de manifiesto que sin relación no hay posibilidad de "existencia objetiva" para ninguna entidad, en caso de ejemplo, sería como "el sonido de una sola mano que aplaude" G. Bateson (1981)

De esta manera, debemos entender la topología y el cartografiado no tan sólo como las relaciones de una entidad que está arriba de, abajo de, a la izquierda de y a la derecha de, sino en un contexto de contenido cultural de la representación. En definitiva, se definen las relaciones entre entidades distinguidas, como parte de la experiencia óptica relacional, que será necesaria para análisis posteriores en el desarrollo del ordenamiento ambiental. Como se señaló anteriormente, las unidades o los elementos sólo pueden definirse respecto de algo si se definen en relación. Es imposible no establecer algún vínculo entre el entorno que nos incluye y en el que nos incluimos.

## REPRESENTACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS

La representación computacional de los fenómenos de la naturaleza o del medio ambiente en general, se realiza a través de dos tipos de formatos: RASTER y VECTORIAL.

## REPRESENTACIÓN RASTER

Todo objeto es susceptible de ser representado por medio de una matriz, mediante la aplicación de una grilla sobre éste, donde a cada elemento diferenciable del objeto se le asigna un valor. De esta forma, el objeto se transforma en una imagen numérica:

Objeto ——— celda X ——— valor

En esta estructura, el punto es representado por una celda; a su vez una línea es representada por una secuencia de celdas vecinas que siguen una determinada dirección; finalmente un área consiste en un conglomerado de celdas.

La precisión de la representación está determinada por el tamaño de cada celda que conforma la matriz. Así, una celda de 10x10 m, implica una resolución espacial de 100 m<sup>2</sup>.

## REPRESENTACIÓN VECTORIAL

Otra forma de representar los objetos es por medio de una sucesión de pares de coordenadas (x, y), que al unirse entre sí dan origen a un vector. Por su parte, un conjunto de vectores conforman un área (polígono), en caso de cerrarse sobre sí mismos; o sencillamente representan elementos lineales como caminos, ríos u otros. Estos elementos se relacionan topológicamente entre sí.

Partiendo de la base que nosotros podemos dibujar cualquier objeto por sus límites o bordes aparentes para su posterior interpretación. La representación podrá desarrollarse, según sea el tipo de análisis, en base a líneas, polígonos y puntos, o por medio de un conjunto de celdas. Lo anterior está vinculado a la relación figura-fondo, y a la percepción cultural que uno desarrolla sobre las diferencias y similitudes de un objeto.

Considerando la jerarquía de contenido del dato geográfico, el manejo de éstos en un Sistema de Información Geográfica implica por definición, datos gráficos relacionados a mapas, cartas o planos a escala dependientes y sus atributos cualitativos y cuantitativos.

La comparación entre estos dos métodos son variadas, las tradicionales ventajas y desventajas entre raster y vector, en cuanto a las estructuras de la información fueron documentadas por Kennedy y Meyers (1977) y Durfee (1974), considerando:



- volumen de información, eficiencia del almacenamiento
- eficiencia en la recuperación de la información
- manipulación de la información o procesamiento eficiente
- precisión de la información
- despliegue de la información

Se debe considerar que todas estas diferencias, de una u otra forma son alternativas en cuanto a los beneficios y objetivos que ambas aportan. De esta forma, y debido a que la información será en definitiva de un tipo u otro (por ejemplo: mapas vectoriales o imágenes de satélite), es que todos los modernos Sistemas de Información Geográfica poseen módulos de conversión entre estos tipos de representación.

Resumiendo las ventajas entre el método vectorial y método raster, son las siguientes:

#### *Modo vectorial*

- Es posible representar rasgos específicos, dependiendo de la escala de trabajo.
- Las sinuosidades propias de las entidades gráficas, puntos, líneas, como polígonos, se pueden situar con precisión de la fuente original.
- Se puede representar la arquitectura exacta de la entidad tratada.
- La capacidad de los "hardwares" en cuanto a velocidad y almacenamiento no requieren ser elevados.
- Las necesidades totales de almacenamiento de datos pueden ser muchos menores.
- El ingreso de la información, generalmente, se realiza bajo este método.
- Los datos sobre los distintos niveles de información se pueden ingresar, recuperar, actualizar y desplegar con facilidad.
- Opera con álgebra booleana

#### *Modo raster*

- Es fácil establecer comparaciones entre niveles diferentes de mapas temáticos para estudios específicos.
- La cuantificación y las mediciones de las áreas no representan dificultades.
- La integración de imágenes de la percepción remota (imágenes satelitales) o de otras imágenes, de base cuadrículada, puede ser eficiente.
- La estructura de los datos es muy simple.
- Los algoritmos de procesamiento de la información son sencillos y fáciles de escribir, para hacer análisis que requieran los profesionales involucrados en un estudio dado.

- Los datos cuadrículares son más compatibles con los dispositivos de salida que operan a base de retículas.
- Los estudios son más confiables en cuanto a sobreposición de mapas.
- Opera con álgebra de matrices.

Ambos tipos de representación poseen una aproximación parcial del territorio, por lo cual la manipulación de datos geográficos con los dos tipos resulta sinérgico. La pregunta de si es más importante una exacta representación gráfica, o un análisis potencial de las variables, que es común en el usuario, dependerá en definitiva del contenido del problema. La solución de éstos, como de otras disyuntivas, en cuanto a la utilización de estas herramientas, aún no está completa, aunque se avanza a pasos agigantados a una solución integral.

### ERRORES DE REPRESENTACIÓN Y MANEJO DEL DATO GEOGRÁFICO

La generación de errores puede dividirse en dos etapas: una antes del ingreso de la información, que en cierta medida es la más fácil de detectar, y otra que transcurre con el procesamiento de los datos en el sistema de información. La detección y remoción de errores tiene relación con la disminución de la indeterminación del modelo de Ordenamiento Ambiental. Como se ha expuesto anteriormente, las relaciones entre las entidades determinan el nivel evolutivo de la estructura, a través de su percepción espacial y su posterior representación. Por lo mismo, es que una información con errores puede arrojar resultados equivocados, los cuales se traducirán en una toma de decisiones equivocada, arrastrando con esto una política deficiente en el ordenamiento ambiental de un territorio.

A continuación se entrega una clasificación primaria operacional sobre las fuentes y tipos de los errores.

#### **Errores de la fuente de información:**

##### *Edad de la información:*

La fecha de la información con la cual se trabaja en algunos proyectos posee, generalmente, limitantes de carácter económico. Esto se traduce en la decisión de trabajar con información y datos existentes, lo cual arroja, sin duda, problemas tales como: la necesidad de actualización y una toma de decisiones, que será fundamentada sobre imágenes de semipermanencia del área tratada.



*Cobertura de los datos:*

Está en relación proporcional al área de estudio. Dependiendo del tamaño del área y la calidad de los datos, en extensión, la representatividad territorial requerirá de la disminución de la escala, produciéndose una pérdida de resolución en la información.

*Escala del mapa:*

La información, en cuanto a leyenda implícita en la cartografía temática, a diferentes escalas es variada, encontrándonos con escasos datos en una pequeña escala (<1:20.000) y con exageración de ella en mapas a escalas grandes(>1:50.000).

*Densidad de observaciones:*

El grado de densidad de la variable en cuestión está estrechamente ligado a la distribución de ésta en un territorio, la intensidad de muestreo está directamente asociada a la calidad de la información. Según el modelo que se esté desarrollando, será necesario un muestreo a distancias cortas o largas.

*Relevancia:*

“Lo que sobra daña”, con esta frase se explica este error frecuentemente encontrado en cualquier estudio. La presencia de información irrelevante para la materia tratada es habitual, arrastrando con ello gastos innecesarios para el proyecto. Este tipo de problemas son solucionables en la medida del conocimiento de la ventajas de los sistemas ocupados, debido a que a veces el tratamiento de la data preliminar permite dilucidar otro tipo de información, sin necesidad de poseerla como base para desarrollo del proyecto. Por lo tanto, lo que importa es que un estudio sea de poca información y alto significado.

*Formato:*

Uno de los parámetros que se debe considerar primero es la posibilidad de escritura que poseerá la información, referido al medio de escritura (magnéticos) y a la densidad de su escritura (lenguaje). En segundo lugar está la estructura de la información, esto se refiere al tipo de entidad con la cual se trabajará (vector o raster).

*Accesibilidad:*

Un problema frecuente en la calidad de la información está asociado a condiciones restrictivas, como es el caso de información de tipo confidencial (uso militar de zonas limítrofes), lo que produce un error por la fineza y fidelidad de los datos.

*Costos:*

Los recursos involucrados en proyectos son, generalmente, limitados, esto se traduce en el uso de información ya procesada con características en el tiempo, que ya no son relevantes para el estudio.

## **Errores resultantes desde la variación natural o desde la medición del origen:**

### *Exactitud posicional:*

Esta ubicación dependerá del carácter de la fuente, o "base cartográfica". Usualmente, las cartas topográficas ubican con gran precisión la información que en ella aparece, como es el caso de: bordes de drenes, redes camineras, contornos de fundos, casas, pueblos, entre otros.

En contraste con lo anterior, cartas con otras características como: uso del suelo, tipos de suelo, tipos de vegetación, etc., donde los límites que abarcan un área determinada, están supeditados, comúnmente, a interpolaciones, determinadas por microclimas, relieve, suelos o regímenes de agua, las cuales, disminuyen la precisión de la ubicación.

Los errores asociados a estas características pueden ser debido a: pobre diseño de muestreo, distorsiones en el papel del mapa base, deficiente vectorización de la información raster o viceversa, o por la inexactitud de un operario en el ingreso por medio de digitalización. Algunos de estos tipos de errores, son posibles de corregir, mediante el uso de métodos de transformación, o por tratamiento estadístico de los datos.

### *Exactitud de contenido:*

La exactitud, en este caso, está referida a la certeza del atributo asociado a la entidad correspondiente. En este espectro podemos encontrar dos tipos: una cualitativa y otra cuantitativa; la primera obedece a una exactitud sobre la variable nominal o si la etiqueta es la correcta. Por ejemplo, si en un plano de uso del suelo, un conjunto de elementos gráficos corresponde a cultivos o forestal en la realidad (terreno). En segundo lugar, a exactitud cuantitativa, esto es, si el nivel de sesgo corresponde al valor esperado, como, por ejemplo, el nivel de monóxido de carbono en suspensión en una zona determinada.

### *Fuentes de variación en la información:*

Las variaciones en datos geográficos pueden ser detectadas durante su ingreso, donde resulta fácil percatarse y corregirla; por el contrario, si ella es resultante de algún desarrollo posterior, presenta gran dificultad el resolver dicho problema. De lo anterior, se pueden determinar tres pasos tipos en su detección.

**Mediciones de errores:** Una información pobre, referida a la información que arroja, puede resultar de una observación sesgada o inexacta, para lo cual debe conocerse el grado libre de sesgo, o utilizar herramientas estadísticas descriptivas de la medida de dispersión.



***Campo de la información:*** El investigador es crucial en la calidad del ingreso de la información al Sistema. Un procedimiento bien diseñado de colección de datos reduce considerablemente la parcialidad de la observación. Es conveniente desarrollar metodologías interdisciplinarias al interior del grupo que efectuará el trabajo, para lograr un lenguaje común en el tratamiento de la información.

***Errores de laboratorio:*** Las clasificaciones y normalizaciones son variadas, en este sentido, los parámetros que consideran los diferentes centros de investigación en el tratamiento de la información son diferentes, dependiendo de la institución y la materia tratada; de esta forma, cuando interaccionan producen un complicado trabajo para el usuario.

***Variación espacial y calidad de los mapas:*** Fundamentalmente asociado a mapas temáticos, la calidad de los productos cartográficos, a la hora del ingreso, proceden de un cálculo inexacto (una interpolación o una extrapolación, por medio de datos muestrales de terreno). Estos son productos, que por diversas razones de escala, fuentes o procedimientos de obtención imprecisos, poseen cierto grado de incertidumbre, la cual se arrastrará en los análisis posteriores.

En mapas de coberturas de suelo se ha demostrado que el grado de impureza llega alrededor de un 15%; este porcentaje puede ser absorbido mediante una clasificación, en la cual, se incorpore esta impureza, quedando esto señalado en la leyenda del mapa. Esta clasificación puede arrojar un tipo de error similar al anterior. La agrupación produce una suerte de concentración de la información, en ciertas áreas, de un tipo de suelo particular. Existen organismos especialistas en estas materias, que han estudiado este fenómeno, dejando de manifiesto que la variación, dentro de las clases, es insuficiente y describiendo la variación residual dentro de las unidades del mapa. Esto se debe a que:

- Para iguales propiedades, existen diferentes unidades de mapeo, traducido en diferentes niveles de variación residual.
- El nivel de variación residual posee una relación respecto del tamaño del área estudiada.

La variación del valor de la propiedad, dentro de la unidad dibujada, frecuentemente no es amplia; pero puede variar en su correlación espacial, dependiendo, como antes habíamos señalado, del método de interpolación o la fuente de la escala, si es relativamente grande.

## Errores que surgen mediante el procesamiento:

### *Errores numéricos en el computador:*

La presencia de errores inherentes a los computadores, generalmente pasan inadvertidos o, mejor dicho, son fácilmente olvidados. La precisión, en diferentes procesos aritméticos, resultantes de operaciones tales como restas y multiplicaciones de números elevados, generan un error considerable. Las diferencias que se presentan cuando el computador trabaja con lenguajes de simple o doble precisión en análisis estadísticos con valores elevados son relevantes, pero éstos, generalmente, son obviados por los usuarios. Este tipo de errores se presentan de igual manera cuando se trabaja con imágenes satelitales, en relación con la resolución de la información, dependiendo la cantidad de "bits" involucrados.

El error que presentan los "hardware", está estrechamente ligado con las diferentes escalas de trabajo, al igual que con el nivel de precisión que se pretende trabajar. En los Sistemas de Información Geográfica, este tipo de problemas es habitual, si se considera de partida un error en la proyección de mediciones, desde una "esfera" (tierra) a un plano bidimensional (pantalla de computador).

La característica de los números, o tipo de identificador, no deja de ser importante, ya que uno de tipo entero posee diferencias a uno real, en lo concerniente a los dígitos y su rango de aproximación. A continuación se detalla una relación entre el ancho y el rango y precisión de un número: (Cuadro 6.2)

Cuadro 6.2: Resumen de almacenamiento de información

NUMERO DE BITS	NUMEROS SIGNIFICANTES DE DIGITOS (DECIMALES)	RANGO APROXIMADO DE DECIMALES
*16 enteros	4	$-32768 \leq X \leq +32767$
*32 enteros	9	$-2 \times 10^9 \leq X \leq +2 \times 10^9$
*64 enteros	18	$-9 \times 10^{18} \leq X \leq +9 \times 10^{18}$
*80-bit packed decimal	18	$-.99...99 \leq X \leq +99...99$
*Real corto 32 (prec. simple)	6 - 7	$8.43 \times 10^{-37} \leq X \leq 3.37 \times 10^{38}$
*Real largo 64 (prec. doble)	15 - 16	$4.19 \times 10^{-307} \leq X \leq 1.67 \times 10^{308}$



La clasificación y generalización presenta algunas irregularidades en los S.I.G., siendo éstos atribuidos a los métodos utilizados para la clasificación e interpolación de datos puntuales. El asunto de redondeo o truncación de un valor determinado, debido al cálculo realizado por el software, determina un grado de imprecisión en los futuros ejercicios de generalización de la información.

### Sobreposición e intersección de bordes:

Algunas de las operaciones en los S.I.G. se generan por la sobreposición de una o más redes espaciales. Estas redes pueden estar compuestas por cualquier tipo de entidad gráfica, o una unión de ellas con diferentes características, como por ejemplo: en el caso de polígonos, pudiendo ser éstos regulares o irregulares, al igual en el caso de las grillas (raster) algunas de tipo cuadradas y otras rectangulares.

Las intersecciones de datos gráficos, que posean dichas características, producirán una suerte de incertidumbre en la información resultante.

El primero y más obvio, es la definición de la resolución, o tamaño del pixel, la cual tendrá un valor único de atributo. Este tipo de inconvenientes se presenta en extensas áreas, donde existen celdas que poseen más de una clase de información y después de calcular un promedio se determina el valor más representativo de esta área.

Existen diferentes fórmulas para el cálculo de este tipo de error, siendo los estudios de Frolov y Maling (1969) los que se presentan como más universales, donde señalan que el origen del problema es cuando una grilla es intersectada por el borde de una línea. Para determinar estos problemas elaboraron una serie de fórmulas, que daremos a conocer tan sólo como un respaldo para la investigación:

$$V_i = a S^4$$

siendo;

V= el error de varianza

S= la dimensión lineal de la celda

a, es una constante, el primer cálculo es 0.0452, pero fue mejorado por Goodchild (1980) con un valor de  $a = 0.0619$ .

El error en una estimación de área es proporcionado por la sumatoria de todos los errores, desde todos los bordes de las celdas. Si "m" celdas son intersectadas, el error de la varianza está dado por la siguiente fórmula:

$$V = maS^4$$

y el error estándar por:

$$SE = ( ma )^{1/2} S^2$$

Existen por supuesto otros enfoques y otros métodos, que consideramos alejados del tema en sí.

### **Errores asociados con digitalización de un mapa y su atribución**

Uno de los problemas típicos en la digitalización es el caso de polígonos no cerrados. Esto arrastra un serio inconveniente al rasterizar, ya que la entidad que se indicará rasterizar será un polígono y el "software", al verificar la información, detectará la falsedad de la instrucción, de modo que se encontrará con una elemento diferente, y arrojando, obviamente, un error.

Otro error se puede cometer al digitalizar bordes de polígonos adyacentes por separado, lo cual, puede entregar un resultado erróneo, como por ejemplo, que en la intersección de estos arcos se produzca una suerte de brecha o una sobreposición, creando un nuevo polígono.

En el proceso de atribución se pueden cometer, también, errores como entidades que simplemente su identificador no corresponde al del mapa fuente.

Los errores en esta etapa originan desproporciones geométricas con la cartografía base, se presentan, generalmente, en bordes demasiado agudos, en altas concentraciones de información y en ángulos excesivamente agudos. La digitalización se genera de la reproducción digital de un mapa, cuyo soporte es el papel; esto presenta dos áreas de posibles errores, por un lado la fuente cartográfica y, por otro, la representación digital propiamente tal.

En cuanto a los errores en la fuente, los más comunes son la dilatación del papel producido por desgaste o por impresos deficientes. Estos errores se ven reflejados en la fineza de los bordes ingresados, por ejemplo: 1 mm de línea en un mapa a escala 1:1.250 cubre un área de 1.25 m de ancho, la misma línea sobre un mapa a escala 1:100.000 cubre un área de 100 m de ancho. Cuando estos bordes son digitalizados, se produce un error asociado, ya que el operador no posee una exactitud para desplazarse por el centro de la línea; este inconveniente se ha reducido en cierta manera por scanner, con algoritmos más finos.



Otro error común es el caso de la digitalización de cartas limítrofes, donde los inconvenientes están relacionados con el calce de las diferentes informaciones que posee la cartografía. Ejemplo de lo anterior son: cuerpos de agua, redes viales, redes hidrográficas, curvas de nivel, etc.

“La representación de la forma de la curva depende del número de vértices usado” (Alfred, 1972). Es así como una curva que posee una mayor cantidad de puntos indicará que su precisión es elevada, con respecto a la curva fuente; de todas maneras, el ingresar una cantidad exagerada de puntos arrastra consigo el inconveniente de archivos demasiado pesados, en cuanto a su tamaño, por lo tanto, un criterio de ingreso resulta al distinguir los puntos de inflexión relevantes.

### CRITERIOS DE TRANSFORMACIÓN DE DATOS PUNTUALES

La generalidad de los datos obtenidos en terreno son de tipo puntual. Ejemplos de esto son: muestras de agua, suelo, pluviometría, temperatura, densidad de población, probabilidad de ocurrencia de algún fenómeno, etc. Nuestro problema radica en su representación, la cual obedece a poder establecer la existencia y la imagen de patrones espaciales que, de alguna manera, explican la dinámica de los elementos involucrados en el fenómeno bajo estudio. Uno de los mecanismos generales de representación del patrón espacial es conocido como método de interpolación. Este se basa en generar datos en puntos donde no se tomó información, a partir de la recabada, suponiendo que la información en la vecindad de ésta es “similar”. De esta manera, es imprescindible el poder distinguir entre datos que son representables mediante superficies de cambio, continuo o discreto. Además, de resolver si la naturaleza de los atributos suponen “exactitud” o baja tasa de cambio, o responden a observaciones dentro de un marco estadístico. Finalmente, si la observación es una medición aislada o un promedio de mediciones dentro de un área. En base a lo anterior, debemos aplicar un criterio flexible en nuestro análisis. Esto se traduce en la elección de un adecuado mecanismo de interpolación según sea el caso. Este proceso es altamente subjetivo, su representación final será, obviamente, contrastado en la práctica. La información recabada en un espacio determinado puede hacerse de varias formas.

El punto de ubicación puede servir como una referencia para una unidad evaluada predefinida, tal como una cuenca, manejo de poblaciones dentro de la unidad, o podría ser una ubicación referenciada exacta usando longitud/latitud o coordenadas UTM. Junto con la ubicación, se registra el valor observado, para las variables bajo estudio en ese punto. Para esta información hay dos métodos básicos de representación en base a los antecedentes espaciales (Burrough, 1986).

El primero, conocido como Mapeo Coroplético, que tiene como objetivo contextualizar el punto de donde fue recabada la información, esto se hace respecto a la unidad donde se recolectó o en base a límites estadísticamente definidos tales como los polígonos Thiessen. La suposición principal es aquella donde la información se mantiene constante dentro de los polígonos, no obstante, la variación de las observaciones se asume mínima, o poco significativa, representando una superficie homogénea. Cualquier cambio, en un atributo solamente, se produce en los límites entre cada polígono.

El segundo tipo de interpolación es conocido como Mapeo Isarítmico. Este genera una superficie que representa un cambio gradual entre las observaciones y se basa en la colección de antecedentes en el punto más que en los límites predefinidos. La estimación o interpolación en las áreas donde no hay información, se hace mediante la aplicación de modelos matemáticos.

## REPRESENTACIÓN COROPLÉTICA

### Generalización de unidades

Este tipo de aproximación asigna la información promedio o total, que se recolecta en diferentes puntos, dentro de una unidad de límites arbitrarios. Los cambios de la información sólo se producen entre los límites de cada unidad o polígono. Como ejemplos típicos de este tipo de representación, podemos citar cartas con información de demografía, población, producción, regiones, provincias, etc. La mayor limitación de este tipo de representación es que no puede incorporar en el análisis los cambios o tendencias que se producen al interior de las unidades.

### Polígonos Thiessen

También conocidos como Teselación de Voronoi, es otro de los métodos de generación de polígonos con límite fijo. Las áreas se calculan en base a la distancia mínima entre cada punto. A diferencia del anterior, este tipo de modelo conserva el valor de punto y lo refiere a un área. La suposición fundamental es la homogeneidad del dato al interior del polígono generado. Este tipo de representación es útil en el análisis de ubicación de supermercados, paradas de locomoción colectiva, en general en el establecimiento de zonas de demanda de servicios. Una de las aplicaciones interesantes en el área de recursos naturales es el análisis de la estrategia de muestreo. De lo anterior, es posible determinar, en base a la intensidad y la forma en que se produce



la teselación, que es el reflejo de la intensidad y la distribución de los datos de terreno, si el diseño de muestreo fue de tipo aleatorio o sistemático.

En comparación al método de generalización de unidades, Voronoi posee la ventaja de no perder la información del dato puntal, a través de su generalización por promedio. Sin embargo, supone que cualquier cambio se produce entre los límites de los polígonos, lo que se traduce, al igual que en el modelo anterior, a no contemplar los cambios al interior de la unidad. La precisión del método de Voronoi está asociada a la densidad y distribución de los puntos de muestreo.

### Métodos isarítmicos

Definiremos métodos de interpolación isarítmicos a todos aquellos que sean capaces de producir una superficie con cambios graduales de tipo continua, a partir de datos puntuales. En primer lugar, examinaremos aquellos que se producen a partir de contornos.

### Generación de contornos

La suposición fundamental de este método consiste en considerar los datos como "exactos" o "reales", o de variabilidad local pequeña. Estos son el reflejo del entorno, como por ejemplo: elevación, temperatura, salinidad, parámetros climáticos u otro tipo de variables que sean modeladas mediante contornos. Como método, su aplicación resulta conveniente para áreas extensas, produciéndose subestimaciones de los fenómenos locales contenidos en éstas.

Existen varios tipos de modelos que generan esta clase de superficies, uno de ellos es la Red de Triangulación Irregular (TIN). Este se basa en generar una superficie plana a partir de tres puntos no colineales. El requerimiento fundamental es que los puntos representen el valor crítico de la superficie, lo que no siempre es posible justificar en base a los datos de terreno. Los contornos son la expresión de la interpolación de los valores, a lo largo de las líneas que conectan cada punto, los cuales generan áreas de isovalor. Si la interpolación es de tipo lineal, se respetan los valores originales de los datos, a partir de lo cual los máximos y mínimos actúan como límites numéricos de la superficie generada. Como resultado de lo anterior, la superficie mantiene la forma de la red original.

Por otra parte, si el modelo es tipo no-lineal, esto es, que nuestra interpolación se desarrolla en base a polinomios, los valores originales no son retenidos, generándose, en aspecto, una superficie suavizada.

Existen varios otros métodos de generación de contornos, que a diferencia del TIN generan primariamente una grilla, cuyos valores son el resultado de la interpolación sobre los datos originales. Un ejemplo de este tipo de interpolación es el Kriging.

### Promedios móviles ponderados

Es obvio que muchos tipos de datos, recabados en terreno, no responden al marco de exigencias y supuestos de la interpolación de contornos. De acuerdo a la dinámica de la variable y su naturaleza, como por ejemplo, muestras de agua, probabilidad de encuentro de dos especies, distribución de poblaciones. etc, donde el dato contiene error inherente asociado, no es posible construir una superficie "exacta". De lo anterior, el mecanismo de interpolación, para este tipo de casos, se basa en funciones de distancias ponderadas, o promedios móviles. Los criterios asociados son dos: valores de los puntos vecinos y sus distancias al punto en cuestión.

Existen varios factores que determinan los resultados de la interpolación: el tamaño del área donde se promedian los valores y las funciones de ponderación de distancia. El primero se traduce en que para radios pequeños se realzan las variaciones de bajo rango, contrariamente a un radio de muestreo extenso, el cual generaliza la superficie. El segundo factor se determina en base a la posición del dato.

Asimismo, el número de observaciones y una distribución no aleatoria afectan el resultado final de la superficie.

Existen varias funciones de ponderación, en base a la distancia, que pueden aplicarse según la génesis de los datos. Un criterio es suponer que el peso de los datos es el mismo para un mismo radio de muestreo, lo cual se traduce en totalizarlos y relacionarlos a una misma área de muestreo.

Por otra parte, si la generación de una superficie se basa en el análisis de zonas homogéneas, el radio de encuentro debe desarrollarse en base a una función lineal. Finalmente, si son las tendencias locales o la varianza espacial nuestro motivo de interés, el radio de encuentro se genera en base a una función exponencial. Esta última permite tanto que los valores altos como bajos sean representados.

Las áreas de investigación que basan su quehacer en la recolección y análisis de datos de tipo biológico, económico, político, son los que frecuentemente utilizan este tipo de interpolación.



Aplicaciones en el área de recursos naturales se traducen en la generación de mapas con áreas de densidad o probabilidad de ocurrencia de fenómenos asociados, generados a partir de las frecuencias observadas en los datos.

Las fundamentales desventajas en este método son los grados de flexibilidad para escoger el tipo de función ponderadora. Este requiere de parámetros para entender la superficie, y no generan áreas conflictivas, sobre todo si no se conocen las características de la superficie.

En síntesis, cómo estas técnicas de interpolación deban aplicarse depende, básicamente, de la naturaleza de los datos colectados. Existen varios casos donde se pueden utilizar técnicas de interpolación distintas en forma conjunta.

### REFLEXIONES FINALES

El trabajo de científicos chilenos desarrollado en el libro, producto de una experiencia pionera en América Latina, sobre ecología y política ambiental, constituye una iniciativa cuyo propósito es doble:

- Por una parte, sistematizar resultados y planteamientos de una escuela de pensamiento que hoy ha trascendido las fronteras de Chile, por la consistencia científica, simpleza y capacidad de respuesta a la problemática ambiental, e
- Invitar a una discusión transdisciplinaria, de alto nivel científico, además de técnica y política, para evaluar y mejorar las propuestas metodológicas formuladas, en su aplicación al medio ambiente nacional.

No pretende el texto plantear una teoría acabada ni afirmaciones dogmáticas incuestionables, sino, por el contrario, asumir el desafío del desarrollo de una metodología de trabajo y de una tecnología sistémica, que posibilite a los equipos de profesionales que buscan respuesta a los problemas ambientales locales y nacionales, aproximarse a soluciones de desarrollo sustentable utilizando un enfoque integrado y de bajo costo de aplicación.

Conciliar las variables económicas con las sociales y las ambientales, en arreglos posibles, políticamente, y que satisfagan el requisito de la sustentabilidad, requiere una integración y manejo de la información pertinente de cada conjunto de dichas variables. Todo esto, con una adecuada representación y relación territorial, que se base en sistemas de clasificación capaces de modelar imágenes lo más cercanas a la realidad. Este desafío necesita de instrumentos técnicos integradores para llegar a

soluciones realistas y viables, donde se minimice el error y los impactos negativos de los proyectos.

El sistema de Clasificación de Ecorregiones, como imagen confiable y base operativa para un Sistema de Información Territorial, aplicable a escalas prediales, comunales, regionales y nacionales, aporta una herramienta eficaz que hace posible una visión de conjunto de los problemas ambientales en la relación Sociedad-Naturaleza. Permite además, la integración de las variables pertinentes al fenómeno, ponderadas con fundamentos técnicos en función de objetivos políticos, para el logro de una adecuada toma de decisiones y optimización de los recursos existentes.

Se facilita también con el método propuesto, el logro de modelos o imágenes prospectivas y con ello una mejor selección de las alternativas de solución sobre los problemas de uso del suelo y ordenamiento del territorio para diferentes escalas administrativas entre sí.

Los temas pendientes de Chile, como el desarrollo regional, la articulación del poder comunal en los planes de inversión y desarrollo económico, así como el mejoramiento de los instrumentos que regulan el uso del suelo y la ocupación del territorio acorde con un proyecto de país sustentable, requieren de nuevas visiones y de instrumentos de planificación, que posibiliten la modernización del país con la participación de todos los actores y una optimización de los recursos humanos, económicos y naturales que forman parte del patrimonio de la nación.

Se espera, con el libro, entregar algunas reflexiones teóricas e instrumentos metodológicos que otorguen un aporte a los decisores y profesionales, tanto del sector público, como del área privada, cuyo quehacer se orienta a la búsqueda de respuestas integrales a los problemas ambientales y de recursos naturales.

La propuesta presentada en el texto, por su amplitud de enfoque y voluntad integradora, está diseñada para incorporar en su sistema, el conjunto de los avances científicos e información técnica existente sobre el medio nacional, así como la infraestructura y tecnología disponible en la actualidad. Constituye eso sí, sin lugar a dudas, una aproximación metodológica alternativa a los clásicos enfoques analíticos y sectoriales, para la búsqueda de soluciones a los problemas del desarrollo de Chile y de su sustentabilidad.

Nuestra nación se acerca al siglo XXI, donde el mundo será cada vez más globalizado, competitivo, poblado, contaminado y deteriorado en sus recursos. Los cambios y tendencias mundiales repercutirán, irremediablemente, cada vez con más fuerza. Este fenómeno requiere de un esfuerzo de carácter nacional para estar preparado a las



nuevas condiciones de la competitividad e integración mundial, donde las señales elocuentes del país, sobre la creatividad y capacidad humana, así como sobre la mantención de su patrimonio ambiental, serán las fortalezas externas e internas que nos posibilitarán seguir creciendo en la economía, con equidad social y protección a la naturaleza. A este objetivo superior de alcanzar un proyecto de país sustentable, esperan contribuir parcialmente los planteamientos y resultados expuestos en este libro.

## Bibliografía

### LITERATURA CITADA

- AUHAGEN, J. y SUKOPP, O. 1982. Principios para la protección de ecotopos y especies en las políticas de desarrollo de la ciudad. *Naturaleza en las Ciudades*. Berlín. República Federal de Alemania.
- BATESON, G. 1976. Pasos hacia una Ecología de la mente. Buenos Aires, Ed. C. Lohlé
- \_\_\_\_\_. 1981 "Espíritu y Naturaleza" Buenos Aires, Amorrortu Ed.
- \_\_\_\_\_. 1990. *Espíritu y Naturaleza*. Ed. Amorrortu. Buenos Aires Argentina. 204 pp.
- BIFANI, P. 1982. Desarrollo y medio ambiente. Tomo III. Cuadernos del CIFCA 26. Madrid. 212 pp.
- BOSQUE SENDRA, J. H. 1992. "Sistemas de Información Geográfica" Ediciones Rialp, S.A. Madrid.
- BUNGE, M. 1972. *Teoría y Realidad*. Ed. Ariel. Barcelona. 301 pp.
- BURROUGH, P. A. 1986. "Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Monograph on soils and Resource Survey Nº 12" Clarendon Press, Oxford, England.
- BUTLER M.J.A.; LEGBLANC, C.; BELBIN, J.A. y MAC NEILL, J.L. 1990 "Cartografía de Recursos Marinos; un manual de introducción". FAO, Documento Técnico de Pesca, Nº 274, FAO, Roma, Italia.
- CARRIZOSA, J. 1982. Planificación del medio ambiente. Cuadernos del CIFCA. 27. Madrid. 112 pp.
- CHADWICK, G. F. 1973. Una visión sistémica del planeamiento. Editorial G. Gili, Barcelona, España. 360 pp.
- COSIO, F.; GASTO, G.; GALLARDO, S.; PANARIO, D. y CONTRERAS, D. 1990. Caracterización de sitios de pastizales de la provincia de Mapocho. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Ediciones Universitarias. U.C.V. Valparaíso, Chile.



- CRUZ, C. 1991. Understanding neural networks : A primer. Cutter Information Corp. Arlington, USA. 155 p.
- DAYLI, H. E. 1991. Elements of Environmental Macroeconomics in Ecological Economics: The Science and Management of the Sustainability. Columbia University Press. N. York.
- DURFEE R. C., 1974. ORRMIS: Oak Ridge Regional Modelling Information System. Oak Ridge National Laboratory, pág. 19.
- DYKSTERHUIS, E. J. 1949. Condition and management of rangeland upon quantitative ecology. *J. Range Management* 2: 104-115.
- \_\_\_\_\_. 1958a. Ecological principles in range evaluation. *Botanical Review* 24:253-272.
- \_\_\_\_\_. 1958b. Range conservation based on sites and condition classes. *Journal of Soil and Water Conser.* 13:104-115.
- EINSTEIN, A. 1985 "El significado de la relatividad" Barcelona, Ed. Planeta
- ELLISON, L. 1949. The ecological basis for judging condition and trend on mountain rangeland. *Journal of Forestry* 47:787-795.
- \_\_\_\_\_. 1960. Influence of grazing on plant succession of rangelands. *Botanical Review.* 26:1-78.
- ELLISON, L.; CROFT, A.R. y BAILEY, R.W. 1951. Indicators of condition and trend on high range watersheds of the intermountain region. USDA. Handbook 19.
- ENGELEN, G. 1993. Vulnerability assessment of low-living coastal areas and small islands to climate change and sea level rise. Part I: An exploratory modelling framework and decision support instrument. Research Institute for Knowledge Systems, The Netherlands. RIKS Publication N° 905000/9379. June, 1993. 100 pp.
- ETIENNE, M. y PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Ciencias Agrícolas 10. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile/UNESCO-MAB. Santiago, Chile.
- FAIRBRIDGE, R. 1968. The encyclopedia of geomorphology. Encyclopedia of earth sciences series. Vol. III. Reinhold Book Corporation. U.S.A.
- FOSBERG, F. R. 1963. The island ecosystem. In *Man's place in the island ecosystem.* Tenth Pacific Science Congress, Honolulu, Hawaii. 1961. Bishop Museum Press.
- GALILEA, S. 1973. Guía del curso Planificación y Proyectos. Documento de Trabajo, Centro de Desarrollo Urbano y Regional, Universidad Católica de Chile.
- GASTO, J. 1979. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_. 1980 Ecología o El hombre y la Transformación de la Naturaleza por el Hombre. Ed. Universitaria. Santiago Chile. 573 pp.

- GASTO, J.; COSIO, F. y CONTRERAS, D. 1990. Aplicación del sistema de clasificación de pastizales a un caso predial de la Comuna de Melipilla. Proyecto CONICYT-FONDECYT 0289/88. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- GASTO, J.; COSIO, F. y PANARIO, D. 1993. Clasificación de Ecorregiones para la determinación de Sitio y Condición. Manual de Aplicaciones a Municipios y Predios Rurales. Red de Pastizales Andinos (REPAAN). Quito, Ecuador. CIID, Canadá.
- GASTO, J.; COSIO, F. y SILVA F. 1990. Pastizales Andinos de Sudamérica. Reinos, Dominios y Provincias. Red de Pastizales Andinos (REPAAN). Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- GASTO, J.; GALLARDO, S. y CONTRERAS, D. 1987. Caracterización de los Pastizales de Chile. Sistemas en Agricultura. IISA 87/16. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- GASTO, J.; GALLARDO, S.; RODRIGO, P.; MELO, E. y FLEISCHMANN, M. 1987. Metodología clínica para el desarrollo del ecosistema predial. Instituto Juan Ignacio Molina, Comisión de Investigación en Agricultura Alternativa (CIAL). Santiago, Chile.
- GASTO, J.; SILVA, F. y COSIO, F. 1990. Sistema de Clasificación de los pastizales andinos de Sudamérica. Reinos, Dominios y Provincias. Red de pastizales Andinos (REPAAN). Departamento de Zootecnia, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile 88 pp.
- \_\_\_\_\_. 1990. Sistema de Clasificación de Pastizales de Sudamérica. Sistemas en Agricultura. IISA. 9(1). Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- GALLARDO, S. Y GASTÓ, J. 1985. Sistema de clasificación de pastizales. Informe final proyecto CONICYT N° 1085-84.
- \_\_\_\_\_. 1987. Sistema de clasificación de pastizales. Sistemas en Agricultura. IISA 8/14. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- GOMEZ, D. 1980. El medio físico y la planificación. Cuadernos del CIFCA 10 y 11. Madrid.
- HARKER, P. T. 1990. The art and science of decision making: The analytic hierarchy process.
- HOWARD, J.A. y MITCHELL, C.W. 1980. Phyto-geomorphic classification of the landscape. *Geoforum* 11 (1):85-106.
- ILPES, 1990. Discusiones sobre planificación. Ed. Siglo XXI. México. (18ª edición) 143 pp.



- INFANTE, R.; GASTO, J. y GALLARDO, S. 1989. Estado y opciones de estados prateses de un sitio del distrito plano de la provincia de Mapocho. Estudio de caso y método de la condición. *Sistemas en Agricultura*. 8-2. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- ISACHENKO, A.G. 1973. On the method of applied landscape research. *Soviet Geography* 14(4):229-243
- KENNEDY, M. y MEYERS, C. R. 1977 "Spatial Information Systems": Introduction, Louisville, Kentucky: Urban Studies Center.
- KOPPEN, W. 1923. *Die Klimate der erde, Grundriß der Klimakunde*. Berlín, Leipzig. De Gryter.
- \_\_\_\_\_. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica. México. Primera edición en español. 461 pp.
- LAHITTE, H.; HURREL, J. y MALPARTIDA, A. 1987. *Relaciones*. Ed. Mako, 241 pp.
- \_\_\_\_\_. 1989. *Relaciones 2*. Ediciones Nuevo Siglo. España. 321 pp.
- LAING, R. y COOPER, D. 1973. *Razón y Violencia*. Ed. Paidós. 146 pp.
- LEFF, E. 1986. *Ecología y Capital*. Universidad Autónoma de México. C de México. México 147 pp.
- LENIN, V. 1908. *Materialismo y Empiriocriticismo*. Ed. Pueblos Unidos. Uruguay. 1971. 411 pp.
- MARGALEF, R. 1978 "Perspectivas de la teoría ecológica". Barcelona, Ed. Blume.
- \_\_\_\_\_. 1982 *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. España.
- MARX, C. 1860. *El Capital*. Tomo 1. Ed. Ciencias Sociales. 1973. La Habana. Cuba
- MATURANA, H.; VARELA, F. y BENKE, R. 1988. *El Arbol del Conocimiento*. Editorial Universitaria. 171 pp.
- MCLOUGHLIN, J. B. 1971. *Planificación urbana y regional. Un enfoque de sistemas*. Instituto de Estudios de Administración local, Madrid. Colección Nuevo Urbanismo N° 4. 373 pp.
- MC NAUGHTON, S. y WOLF, L. 1973. *General Ecology*. Holt Rinehart Winston ed. 710 pp.
- MEADEN, G. y KAPETSKY, J. 1992 "Los Sistemas de Información Geográfica y la Telepercepción en la Pesca Continental y la Acuicultura" FAO Documento técnico de pesca 318. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma.
- MECKELEIN, W. 1986. *Geography - Planning for the future. Applied Geography and Development* 28:7-18.
- MIRES, F. 1990. *El discurso de la Naturaleza*. Editorial Amerinda, Santiago, Chile. 229 pp.
- MORIN, E. 1981. *El Método I*. Madrid. Editorial Cátedra.
- \_\_\_\_\_. 1983. *El Método II*. Madrid. Editorial Cátedra.

- MORRIS, B. 1987. El Reencantamiento del Mundo. Ed. Cuatro Vientos. Santiago, Chile. 341 pp.
- MURPHY, R. E. 1968. Lands-forms of the World. *upp.* N° 9 Ann. Assoc. Am. Geog.; v.57:185-186.
- NEEF, E. 1984. Applied landscape research. *Applied Geography and Development* 24:38-58.
- NEILAND, B. M. y CURTIS, J.T. 1956. Differential responses to six prairie grasses in Wisconsin. *Ecology.* 37:355-365.
- ODUM, E. 1959. *Fundamentals of Ecology.* Saunders ed. U.S.M 546 pp.
- ORGANIZACION PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA, FAO. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. FAO, Roma. Boletín de Suelos N° 32.
- PANARIO, D.; GALLARDO, S. y GASTO, J. 1987. Unidades geomorfológicas en el sistema de clasificación de pastizales. Distrito. Informe proyecto CONICYT-FONDECYT. N° 1409-86.
- PANARIO, D.; MORATO, F.; GALLARDO, S. y GASTO, J. 1988. Sitio en el sistema de clasificación de pastizales. *Sistema de Agricultura.* IISA 88 18. 58 pp.
- \_\_\_\_\_. 1988. Sitio en el sistema de clasificación de pastizales. Informe CONICYT-FONDECYT. 1409-86. Santiago, Chile.
- PIANKA, E. 1982. *Ecología Evolutiva.* Ed. Omega. Barcelona Amerinda, 229 pp.
- ROVIRA, A. y SCHIAPPACASSE, P. 1992. Los sistemas de información geográfica como herramientas de manejo de datos espaciales en el proceso de gestión local del desarrollo. Ponencias al Cuarto Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente. Tomo I. pp. 357-362.
- SALVAT. 1985. Notas sobre la relación entre ética y planificación. *Revista Interamericana de planificación.* 19 (73): 43-55.
- SARTRE, J. P. 1963. *Crítica de la Razón Dialéctica.* Ed. Losada II Vol.
- SHEPTULIN, A. 1983. *El Método Dialéctico de Conocimiento.* Ed. Cartago. Buenos Aires. Argentina. 222 pp.
- SOIL CONSERVATION SERVICE, 1962. *Technicians guide to range site, condition class and recommended stocking rates in soil conservation districts.* U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service. Lincoln, Nebraska, 2 pp.
- SOCIETY OF RANGE MANAGEMENT. 1991. *New directions in range condition assesment. Report to the Board of Directors Society of Range management. Task groups on Unity in Concepts and Tecnology North Platte, Nebraska.* Julio 1991.
- SUNKEL, O. 1981. *La dimensión ambiental en los estilos de desarrollo de América Latina.* CEPAL, Santiago. 136 pp.
- SVEJICAR, T. y PAVOWN, J.R. 1991. Failure in the assumptions of condition and trend concept for management of natural ecosystems. *Rangelands* 13:165-167.



- TEIXEIRA, P. 1980. Paisajes geomorfológicos. En: Panario *et al.* 1987. Unidades Geomorfológicas en el sistema de clasificación de pastizales. Distrito. CONICYT- FONDECYT. 1409-86.
- VON BERTALANFFY, L. 1976. Teoría General de Sistemas. Ed.Fondo de Cultura Económica. 309 pp.
- WIENER, N. 1985. Cibernética. Ed. Tusquets. Barcelona. 266 pp.
- XIN, Y. y XU, X. 1991. Applying neural net technology for multi-objective land use planning. *Journal of Environmental Management*. Nº 32 (349-356).
- ZAPOROZEC, A. y HOLE, F.D. 1976. Resource suitability analysis in regional planning - with special reference to Wisconsin, U.S.A. *Geoforum* 7(1):13-22.
- ZONNEVELD, I. 1972. Evaluación de tierras y ciencia del paisaje. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Montevideo, Uruguay.

#### LITERATURA CONSULTADA

- ALVARIÑO, F. 1986. Metodología general para el diagnóstico y resolución de problemas de optimización predial. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agrónomo. Santiago, Chile.
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1975. Manual of remote sensing. Vol. 2. Falls Church, Virginia.
- ATWATER, S. G. 1975. Fundamentals of image interpretation. En: Manual of remote sensing. 2:869-1076 A.S.P. Falls Church, Virginia.
- BAILEY, R. W. 1945. Determining trend of range watershed condition essential to success in management. *Journal of Forestry*. 43:733-737.
- BARKER, R. 1988 "Remote Sensing: The Unheralded Component of Geographic Information Systems" en *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*; Vol. 54 Nº2, págs. 195-199.
- BAYLEY, R. G. 1976. Ecorregiones of the United States. USDA For Serr. Interm. R. Agden, Utah. Map. Scale 1:7.500.000. U.S.A.
- BLAIR, R. F. 1947. Range condition. A clasification of the grass-sagebrush range in the Mayfield. Soil Conservation district. U.S. Dept. Agric. Soil cons. Service. Mayfield soil district.
- BORGEL, R. 1965. Mapa geomorfológico de Chile. Descripción morfológica del territorio. Central de Publicaciones, Instituto de Geografía, Universidad de Chile Escuela de Periodismo.
- CARRE, S. 1972. Explotación y técnicas de la fotointerpretación. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile.

- CHORLEY, R. 1975. La geografía como ecología humana. En: Chorley, R. y Haggett, P. 1975. Nuevas tendencias en geografía. Instituto de Estudios de Planificación Local. Madrid.
- CLAPHAM, W. 1973. Natural Ecosystems. Mc. Millan, ed. 248 pp.
- COSTELLO, D. F. y TURNER, G. T. 1944. Vegetation changes following exclusion of livestock from grazing ranges. *Journal of Forestry*. 39:310-315.
- DEMANET, R.; COSIO, F. y GASTO, J. 1985. Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea árida y semiárida de Chile. Vol. II. Opciones de desarrollo para predios caprinos. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- FLOREZ, A. y BRYANT, F. 1989. Manual de pastos y forrajes. Programa colaboración de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial y Universidad de California, Davis.
- FOREST SERVICE. 1965. In your service. The work of uncle's Sam forest rangers. U.S. Department of Agriculture. Forest Service AIB 136.
- FRIEDEL, M. H. 1991. Range condition assessment and the concept of threshold: a viewpoint. *Journal of Range Management*. 44:422-426.
- GANÁ, C.; PANARIO, D. y GALLARDO, S. 1990. Descripción de sitios de la comuna de Chonchi, Chiloé. Corporación de Investigación en Agricultura Alternativa (CIAL). Documento interno de trabajo. 57. Santiago, Chile.
- GASTO, J.; ARMIJO, R. y NAVA, R. 1984. Bases heurísticas del diseño predial. Sistemas en Agricultura 84-07. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- GASTO, J. y GALLARDO, S. 1985. Ecosistema terrestre. En: F.Solar, ed. Medio Ambiente en Chile. Santiago.
- GASTO, J. y GALLARDO, S. 1991. Ordenamiento sistemático y base cartográfica de datos de las Ecorregiones ganaderas de Chile. IISA. Vol. 10 N° 1. Fac. Agronomía, P. Universidad Católica de Chile. 54 pp.
- GUTMAN, P. 1985. Interacción entre productores y ambiente natural: Apuntes para una tipología. En: Avances en la interpretación ambiental del desarrollo agrícola de América Latina: 55-90. CEPAL. Naciones Unidas. Santiago, Chile.
- HEADY, H. F. 1973. Structure and function of climax. En: Hyder, D.N. Arid shrublands. Proceeding of the third workshop USA. Australia. Rangeland, Tucson, Arizona.
- HUETING, R. 1991. Correcting National Income for Environmental Losses: A Practical Solution for a Theoretical Dilemma en Ecological Economics: The Science and Management of The Sustainability. Columbia University Press. N. York.
- HUMPHREY, R. R. 1947. Range forage evaluation by the range condition method. *Journal of Forestry*. 45:10-16.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. I.G.M. 1990. Cartas regulares de Chile. Santiago, Chile.



- KOPPEN, W. 1900. Versuch einer Klassifikation der Klimate, Vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenweise. *Geogr. Zeitschr.* 6: 593-611.
- LABLEE, M. 1976. Manual para la interpretación de fotos e imágenes. Fuerza Aérea de Chile. S.A.F. Santiago, Chile.
- LAVANDEROS, L. 1991. "Sistemas de Información Geográfica". Apuntes de apoyo cursos de entrenamiento. Universidad de Chile.
- LAYCOCK, W. A. 1991. Stable states and thresholds of range condition on north american.
- LONG, G. 1974. Diagnostic phyto-ecologique et management du territoire. 2 Vol. Masson. París.
- MC ARDLE, E. R. 1960. Concepto de uso múltiple de bosques y tierras forestales. Su valor y limitaciones. Fifteenth World Forestry Congress Proceeding: 149-152.
- MURPHY, R. 1967. A spatial classification of landforms based on both genetic and empirical factors: a revision. *Ann. Asoc. Am. Geogr.* 57:185-186.
- PARKER, K.W. 1951. Final report. Development of a method for measuring trend in range condition of national-forest ranges. U.S. Service. Washington, D.C. 113 pp. (mecanografiado).
- \_\_\_\_\_. 1951. Final technical report on the condition and trend study. U.S. Forest Service. Washington, D.C. 42 pp. (mecanografiado).
- PARKER, K.W. y HARRIS, R.W. 1958. The 3 Step method for measuring condition and trend of forest study: a resume of its history development and use. En: U.S. Dept. Agric. Techniques and methods of measuring understory vegetation. Proceedings of a Symposium at Tifton, Georgia. U.S. Dep. Agr. Forest Service Exp. Station.
- PEÑA, O. y SCHNEIDER, H. 1982. Diccionario de climatología. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. 284 pp.
- PRADO, C. P. 1980. Manual instructivo para el levantamiento de una carta de ocupación de tierras. En: Informe de Consultoría IREN. Santiago, Chile.
- RANGE DIVISION. 1942. Some examples of depleted rangeland in the Pacific Northwest. U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service, Portland, Oregon.
- RODRIGO, P. 1980. Desarrollo de un planteamiento metodológico clínico de ecosistemas para el ecodesarrollo. Tesis Magister en Producción Animal. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- ROSSBY, C. 1941. The scientific basis of modern methodology. In Climatic and man year book of Agriculture, 1941. U.S. Government Print. off, Washington, D.C.
- SAAVEDRA, A. 1975. Manual de análisis de suelos. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- SANTIBAÑEZ, F. y ALVAREZ, M. 1979. Agroclimatología. En Taller de Ingeniería de Ecosistemas Prediales. AGZ-207. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

- SHIFLET, T. 1973. Range sites and soils in the United States. U.S. - Australia Workshop.
- SILVA, F. 1990. Caracterización de los Distritos y Sitios de pastizales de la provincia Secoestival Nubosa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- STRAHLER, A. 1984. Geografía Física, ed. Omega Barcelona, España.
- TECHNIP. 1970. Manual of Photo-Interpretation. Edition Technip. Paris 248 pp.
- TRIVELLI, M.; GASTO, J.; CONTRERAS, D. y COSIO, F. 1991. Códigos de la información comunal de pastizales. Informe Proyecto CONICYT-FONDECYT 0289/88. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_. 1991. Manual para la información pascícola y plan de manejo ganadero. Informe Proyecto CONICYT-FONDECYT 0289/88. 77 pp. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- VERA, L. 1964. Técnicas de inventario de la tierra agrícola. La experiencia del proyecto aerofotogramétrico. OEA/Chile. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washington D.C.
- VILLALOBOS, P.; COSIO, F. y GASTO, J. 1990. Programa Unidades Computacionales. Sistema para Base de Datos. Manual del Usuario. Departamento de Zootecnia. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- WESTOBY, M.B.; WALKER y NOY-MEIR, I. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*. 42:266-274.