

# ANÁLISIS TERRITORIAL PARA LA ORDENACIÓN DE MUNICIPIOS RURALES. EL CASO DE LA COMUNA DE SANTO DOMINGO\*

Juan Gastó, Ivonne Aránguiz y Consuelo Gálvez

## Resumen

Se presenta un modelo-tipo de análisis territorial para la ordenación de municipios rurales, aplicado a un estudio de caso correspondiente a la comuna de Santo Domingo. En la primera parte se analizan las variables pertinentes a la caracterización del territorio de acuerdo con la jerarquía administrativa de que se trate. Luego se caracterizan los elementos necesarios para el análisis del territorio y de los actores comunales.

Se detalla la forma de establecer los deslindes comunales y el procedimiento para la determinación de la localización administrativa y ecológica de la comuna. En los últimos acápites del trabajo se procede a identificar y caracterizar las variables necesarias para describir el territorio y los actores a saber: elementos físicos, uso, catastro y social.

*Palabras claves:* territorio, análisis territorial, comuna, municipio rural.

CONTENIDOS	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>369</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS.....</b>	<b>370</b>
JERARQUÍA ADMINISTRATIVA.....	370
INSTRUMENTO DE ORDENACIÓN.....	371
<b>INFORMACIÓN BÁSICA.....</b>	<b>372</b>
DEFINICIÓN.....	372
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	372
<b>LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>373</b>
GEORREFERENCIACIÓN Y LINDES.....	373
LOCALIZACIÓN ADMINISTRATIVA.....	375
LOCALIZACIÓN ECORREGIONAL.....	377
ESCALA TERRITORIAL.....	377
ESCALA TEMPORAL.....	378
<b>VARIABLES FÍSICAS.....</b>	<b>378</b>
CLIMA.....	378
<i>Subprovincias.....</i>	<i>378</i>
TOPOGRAFÍA.....	379
GEOMORFOLOGÍA.....	379
<i>Distritos.....</i>	<i>379</i>
<i>Suelos.....</i>	<i>380</i>
SITIOS.....	380
HIDROESTRUCTURA.....	380
COMUNIDAD VEGETAL.....	380
COMUNIDAD ANIMAL.....	381
BORDE COSTERO.....	381
<b>VARIABLES DE USO.....</b>	<b>381</b>
RECEPTIVIDAD TECNOLÓGICA.....	382
CAPACIDAD DE USO DEL TERRITORIO.....	383
CAPACIDAD SUSTENTADORA.....	383
INTENSIDAD TECNOLÓGICA.....	384
BASE DE DATOS.....	384
<i>Productividad potencial.....</i>	<i>384</i>
TECNOESTRUCTURA.....	384
ASENTAMIENTOS HUMANOS Y CONSTRUCCIONES PÚBLICAS.....	385
RED VIAL, ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA.....	386
ESTADO AMBIENTAL.....	386
PAISAJE.....	386
RIESGOS.....	387
<b>VARIABLES CATASTRALES.....</b>	<b>387</b>
CATASTRO PREDIAL.....	388
BIENES NACIONALES.....	391
UNIDADES VECINALES.....	391
PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO.....	392
<b>CARACTERIZACIÓN SOCIAL.....</b>	<b>393</b>
ACTORES SOCIALES.....	393
ORGANIZACIONES COMUNALES.....	394
RELACIONES ENTRE ACTORES, TERRITORIO Y ORGANISMOS.....	395
<b>ASPECTOS LEGALES.....</b>	<b>395</b>
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL MARCO JURÍDICO NACIONAL REFERIDO A LA ORDENACIÓN TERRITORIAL.....	395
<b>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO.....</b>	<b>398</b>
<i>Definición.....</i>	<i>399</i>
CONCEPTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL (SIT).....	402
COMPONENTES DE HARDWARE.....	404
TIPOS DE SOFTWARE.....	404
APLICACIÓN EN LA COMUNA DE SANTO DOMINGO.....	405
<b>ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>405</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>407</b>

## INTRODUCCIÓN

El primer paso que se debe dar en la planificación del desarrollo rural en escala comunal, debe ser, necesariamente, conocer en detalle el territorio comunal y la población que en ella vive. Esta primera etapa corresponde al examen de los componentes apropiados que permitan construir una imagen numérica y valorativa de la comuna, sin lo cual no es posible hacer un diagnóstico y llevar a cabo las diversas etapas que conducen finalmente a su organización y desarrollo.

La comuna es el quinto nivel jerárquico de organización administrativa del territorio. El conjunto de variables pertinentes que permiten caracterizarla es diferente del correspondiente a las categorías y

\* Gastó, J., I. Aránguiz y C. Gálvez. 2000. Análisis territorial para la ordenación de municipios rurales. El caso de la comuna de Santo Domingo. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. 2002. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

jerarquías superiores tales como provincia o región, o bien a las categorías inferiores de predio y de potrero.

La comuna, en el caso de Chile, es una unidad administrativa que presenta particularidades que la hacen atractiva como unidad organizativa del territorio nacional. La superficie media ocupada por cada comuna permite realizar una descripción suficientemente detallada para el planteamiento de un desarrollo en escala humana. La magnitud de la población que vive en las comunas rurales es tal que permite su caracterización con cierto nivel de detalle, lo cual hace posible resolver los problemas en escala humana. El número de comunas que existe en países desarrollados de Europa, por unidad de área equivalente a la de Chile es entre 20 y 100 veces mayor, lo cual dificulta tanto la administración de la información comunal como la estructuración de las decisiones sobre la base de estructuras administrativas excesivamente pequeñas.

Las fuentes de información básica que existen en Chile son en general de gran amplitud y calidad. Existen diversos organismos nacionales especializados en caracterizar geográficamente el territorio, los cuales proporcionan la información básica susceptible de ser utilizada por la población en general. Entre éstas debe destacarse el Instituto Geográfico Militar (IGM) que ha desarrollado una cartografía básica de gran calidad y cobertura, sin lo cual no sería posible llevar a cabo el análisis comunal. El Servicio Aerofotogramétrico (SAF) de la Fuerza Aérea de Chile mantiene actualizada y organizada la documentación aerofotográfica del país, lo cual se requiere para un análisis detallado de la comuna. El Centro de Información de los Recursos Naturales (CIREN) ha desarrollado una descripción general de los recursos naturales del país, especialmente de los suelos y de su capacidad de uso. Además, mantiene una caracterización geográfica de los predios del país. La Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha desarrollado recientemente el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, lo cual constituye un valioso aporte para el conocimiento y descripción de cualquier comuna rural del país.

A pesar de existir una abundante y compleja información básica del territorio nacional, no existe una base de información localizada y administrada en cada municipio, lo cual dificulta o hace imposible su utilización en la escala comunal. Se requiere por lo tanto organizar las bases comunales que contengan la información pertinente a esta escala, con el fin de llegar eventualmente a la toma de decisiones informadas. La administración de la información comunal, debe hacerse también localmente, en esta misma escala.

El análisis territorial de la comuna de Santo Domingo, que se presenta en este trabajo, debe ser considerado

como un estudio de caso, en el cual se incorporan y analizan las variables pertinentes para la caracterización de una comuna rural cualquiera. En las etapas primarias del análisis se procede a establecer sus deslindes y georreferenciar la comuna y a localizarla en la jerarquía administrativa y ecológica que le corresponde.

El análisis comunal se lleva a cabo en cinco categorías de variables que permiten parametrizar el territorio:

- a. Variables físicas, que incluyen los componentes climáticos, geomorfológicos, edáficos, hídricos y biocenóticos.
- b. Variables de uso, que incluye su receptividad tecnológica, productividad potencial, tecnologías involucradas y vulnerabilidad.
- c. Variables catastrales, que incluye tanto los predios privados, los bienes nacionales y la comarcalización.
- d. Caracterización social, que incluye tanto a los actores sociales como a las organizaciones sociales.
- e. Aspectos legales de organización.

El presente estudio debe ser considerado como una primera aproximación al desarrollo de un modelo-tipo de análisis territorial susceptible de ser aplicado a una comuna cualquiera. Es el resultado y síntesis de un estudio que se realizó durante más de dos años, en el cual participó un centenar de investigadores y una veintena de organizaciones.

## IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS

### JERARQUÍA ADMINISTRATIVA

La división política y administrativa del país establece tres niveles de ordenación territorial, donde se efectúan además las tareas de planificación: región, provincia y comuna. Las leyes N° 573 y N° 574 de 1974 caracterizan a cada una y establecen sus funciones (Toledo y Zapater, 1989). El sistema de clasificación administrativo de los espacios rurales establece siete categorías o niveles, que se ordenan de mayor a menor permanencia de acuerdo con las variables que los definen y corresponden a lo siguiente (Gastó, Cosío y Panario, 1993): Macrorregión, País, Región, Provincia, Comuna, Predio y Potrero.

Cada categoría se define por sus variables determinantes. Su clasificación se establece por los atributos administrativos que corresponden a los organismos macrorregionales, nacionales, locales o privados que gobiernan y administran cada espacio. Las categorías superiores son normalmente administrativas, donde los elementos del recurso natural se incorpora solamente en un contexto estadístico con connotaciones legales y macroeconómicas, ajeno a su dimensión ambiental. La

escala 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 a la dimensión del ecosistema.

## INSTRUMENTO DE ORDENACIÓN

Para lograr una optimización en el uso de los recursos ecológicos y administrativos es fundamental realizar un estudio espacial de la organización del territorio, en el que se deben considerar tanto los factores físicos como los sociales, económicos y políticos (Gómez, 1994). La ordenación del territorio es un proceso secuencial e iterativo, orientado a objetivos de largo plazo, para lo cual se divide en tres etapas: análisis y diagnóstico de la información territorial y de los actores; planificación territorial; y gestión del territorio.

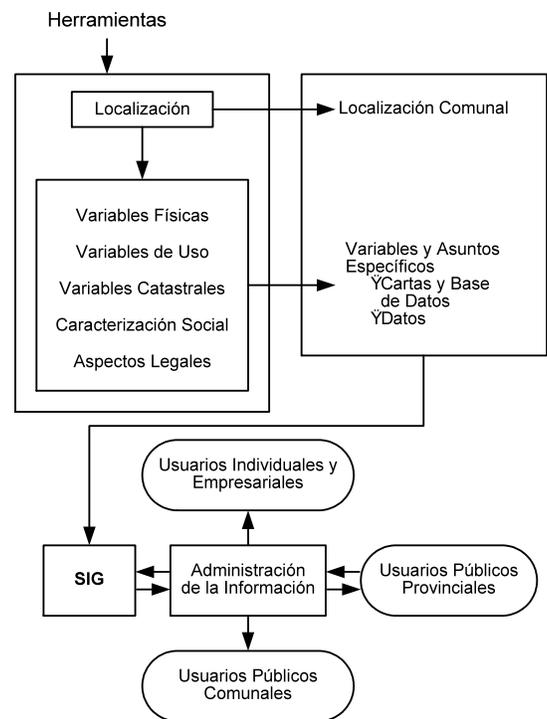
El sistema de información territorial para el espacio rural (SITER) se basa en los conceptos de ordenación territorial, planificación integrada y sustentabilidad ambiental; además, se considera parte importante en su desarrollo, el aporte de modernas tecnologías como es la Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográficos, sumado a todo ello una adecuada organización administrativa y una rigurosa metodología operativa (Urrutia, 1997). El diseño del SITER se organiza sobre la base de una concepción del territorio, de tal forma que se pueda articular de una manera expedita el submundo computacional con el administrativo y el propio territorio, permitiendo la actualización de variables y la consulta del estado de los elementos del territorio, así como la simulación de escenarios de desarrollo futuro en un marco de manejo sostenido y en equilibrio permanente con el medio ambiente.

El Sistema de Clasificación de Ecorregiones permite articular el sistema ecológico con el sistema administrativo de una manera coherente. Entrega un marco representacional que es básico en el diseño del sistema de información territorial para la ordenación del espacio rural. Las características aportadas por el sistema son: mundial, multivariable, jerárquico, diversidad y transitividad ecológico-administrativa (Gastó, Cosio y Panario, 1993). Dentro de las bases de desarrollo del instrumento, además del sistema de clasificación ya mencionado se considera: el principio de uso múltiple del territorio, los instrumentos tecnológicos tales como la programación multicriterio y la teoría de juegos, además de la comarcalización del territorio e incorporación de la comuna y predio a la ordenación del territorio (Durán, 1997).

El estudio se lleva a cabo en cuatro etapas (Urrutia, 1997):

**Etapa I. Construcción de la Imagen.** Esta primera etapa corresponde al diagnóstico del territorio a

ordenar; es la recopilación y manejo de la información proveniente de las distintas variables a considerar según el nivel de jerarquía a ordenar. Para el desarrollo de estas etapas se definen tres capas de información: básica, relevante y complementaria. La información recabada y la imagen que se construye es función de los objetivos y requerimientos de información de las etapas siguientes. En esta etapa se reúne la totalidad de la información requerida para la resolución del problema, por lo cual el análisis territorial corresponde al objetivo y requerimiento para la solución (Figura 1).



**Figura 1. Variables fundamentales para la caracterización de una comuna rural (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

**Etapa II. Modelación de Escenarios.** En esta etapa se prepara la información obtenida de la primera capa para ser utilizada por la programación multicriterio como modelo de valoración y simulación de distintas opciones de escenarios.

**Etapa III. Toma de Decisiones.** Corresponde al proceso de selección de opción por parte de la autoridad competente en materia de ordenación del territorio que sea ambientalmente sustentable. La elección del mejor escenario de modelación de ordenación del espacio rural depende de los criterios técnicos, económicos, sociales y políticos y de la capacidad de utilizar la información recabada para la construcción de la imagen.

**Etapa IV. Proyectos de Inversión.** Corresponde a la etapa final de ejecución del proyecto seleccionado en la etapa anterior.

El presente trabajo se refiere sólo a la Etapa I.

## INFORMACIÓN BÁSICA

### DEFINICIÓN

La comuna es el quinto nivel jerárquico del sistema administrativo de clasificación de ecorregiones. Es la unidad de administración local y estatal de los recursos y de los actores sociales, por lo cual su dimensión ecológica y humana es manifiesta.

De acuerdo con la ley, “la comuna es una unidad territorial destinada a permitir una eficiente administración, a fin de asegurar la prestación de servicios a todos los habitantes del país, y de propender a la participación efectiva de la comunidad responsablemente organizada en la solución de sus problemas y en el mejoramiento de su sistema de bienestar. En consecuencia está constituida por un territorio, en términos relativos; por un núcleo o centro poblado hacia el cual concurren normalmente los habitantes para la obtención de sus servicios básicos, y con una población con características relativamente homogéneas” (Toledo y Zapater, 1989).

Debe, por lo tanto, conocerse detalladamente y organizarse de manera que permita optimizar la calidad de vida de la población. Es por ello que las decisiones comunales deben realizarse a partir de las condicionantes físicas del territorio. La dimensión espacial y topológica de caracterización de los componentes del recurso natural es de la mayor importancia, por lo cual se requiere hacer uso de cartografía y de base de datos detallada y georreferenciada de las características del territorio. La comuna es la escala administrativa más cercana a las personas y a las empresas. Es por lo tanto la que mejor se articula con la jerarquía superior de provincia y con la inferior de predio.

### FUENTES DE INFORMACIÓN

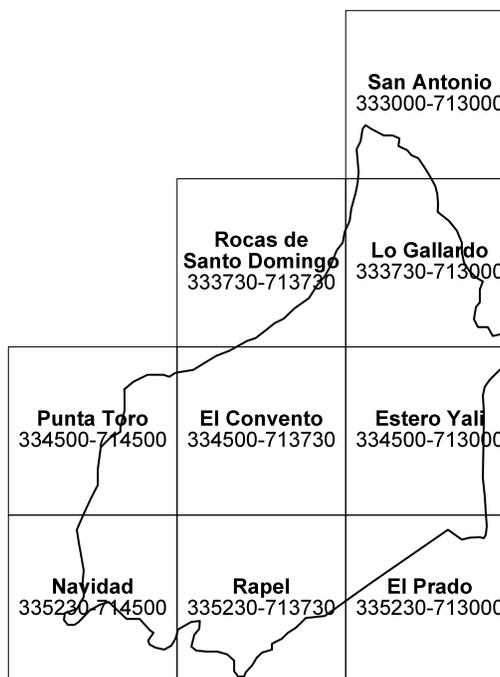
Las principales fuentes de información en escala comunal son las siguientes:

- Cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM)
- Fotografías Aéreas del Servicio Aerofotogramétrico (SAF)
- Ortofotos de CIREN – CORFO
- Imágenes Satelitales

Las cartas del IGM constituyen la información básica oficial del territorio comunal. Se presentan en escala de 1:50.000 a 1:25.000. Las primeras cubren un área de 25 ha/cm<sup>2</sup> y las segundas de 6,25 ha/cm<sup>2</sup>. Por sus características inherentes, de cubrir la totalidad del país, sus lindes no corresponden a los de las comunas, requiriéndose en general varias de ellas para cubrir una comuna rural (Figura 2).

Cada una de las planchetas contiene información superpuesta de: lugares poblados, caminos,

ferrocarriles, límites administrativos, relieve, puntos de elevación, elementos culturales, hidrografía y vegetación. En escala comunal, no es conveniente contar con una cartografía tan compleja donde se sobrepone información tan variada, lo cual dificulta la solución de problemas específicos. Se requiere, por lo tanto desintegrar esa información en capas unitemáticas. Cada una de estas capas debe abarcar la totalidad del territorio comunal, por lo cual se requiere unir la totalidad de las planchetas que cubren el territorio ubicado al interior de la comuna. Este proceso permite contar con un SIG comunal de fácil acceso y operatividad. La totalidad de la información politemática de la comuna y la que se vaya generando en el transcurso del tiempo debe ser referenciada con relación a la cartografía del IGM.

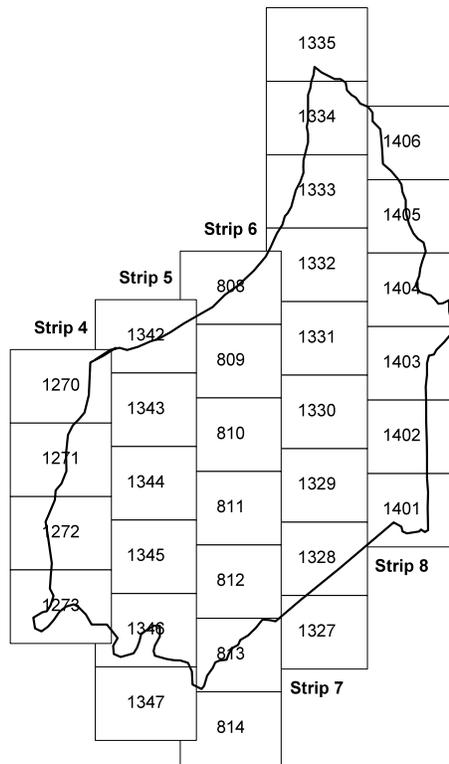


**Figura 2. Las nueve cartas del IGM en escala 1:25.000 que cubren el territorio y los deslindes comunales de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

La información aerofotográfica está contenida en los numerosos vuelos llevados a cabo en el territorio nacional. Los primeros registros aerofotográficos del país son los del Inventario Forestal de 1944, Proyecto OEA-BID en 1954, Vuelo SAF de 1979 y el Proyecto FONDEF del Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile de 1997. La información fotográfica, por presentar las distancias inherentes al proceso fotográfico y al plan y condiciones de vuelo, presenta numerosos errores y omisiones relativas a las condiciones de foto y no de mapa, tales como la variabilidad propia de las escalas que se presentan en cada una y en cada sector de la foto y las relativas a la falta de georreferenciación

necesaria para llevar a cabo cualquier planificación de la ordenación territorial y de su administración.

Las fotografías aéreas, por contener la información primaria del territorio y por solaparse entre sí, pueden ser fotointerpretadas, con el fin de reconocer otros elementos necesarios para la descripción comunal, no contenidas en las cartas del sector. La visión estereoscópica es un valioso complemento al reconocimiento de los componentes comunales (Figura 3).

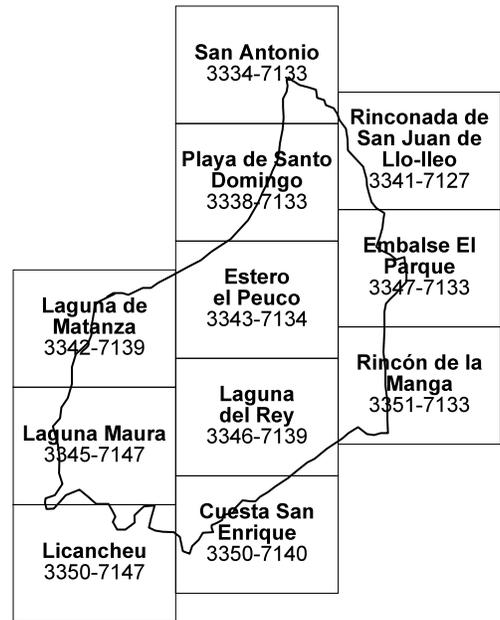


**Figura 3. Límites comunales y posición de las 32 fotografías aéreas (SAF, 1994) en escala 1:40.000, que cubren la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

La proyección cónica de la fotografía aérea, debe ser transformada en una proyección ortogonal, lo cual permite corregir las escalas y georreferenciar la imagen. En sentido estricto, la ortofoto, es un mapa con información fotográfica. Es por ello que en los estudios de terreno, donde se cotejan los elementos del fenómeno, con los propios de la imagen fotográfica, se requiere como una etapa posterior traspasar esta información a la ortofoto (Figura 4).

Una de las principales ventajas del análisis visual de las imágenes satelitales es su capacidad para incorporar el tratamiento digital, que se basa casi exclusivamente sobre la intensidad radiométrica de los píxeles de cada banda utilizada en la interpretación de los elementos comunes a la fotografía aérea como la textura, tono, color, estructura y emplazamiento o

dispersión espacial, para discriminar categorías con un comportamiento espectral parejo, pero que tienen significado temático diferente. Además, adición al análisis la dimensión multispectral y multitemporal, limitados a la fotografía aérea. Una de las ventajas más destacables de la imagen satelital en escala comunal, es su capacidad de representar en una sola figura la totalidad del territorio, visualizando los componentes más destacables. No permite, sin embargo, superar los detalles propios de la fotografía aérea, ortofotos y de las cartas del IGM.



**Figura 4. Límites comunales y posición de las once ortofotos de CIREN, en escala 1:20.000 de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

## LOCALIZACIÓN

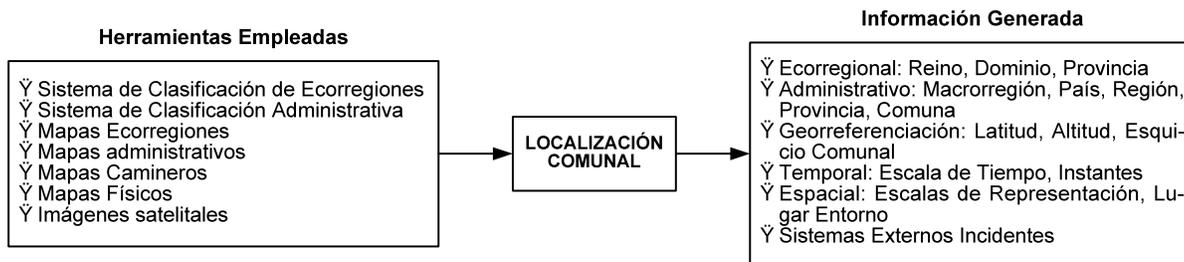
### GEORREFERENCIACIÓN Y LINDES

La primera etapa del análisis comunal consiste en identificar el ente con el cual se trabaja (Figura 5). Dado que el objetivo primario es caracterizar el territorio, debe determinarse con precisión los lindes que acotan el territorio comunal. El procedimiento se inicia con la identificación de las cartas del IGM; que cubre el territorio comunal. La escala de trabajo debe adecuarse a las circunstancias, en comunas rurales de tamaño medio y donde existen cartas detalladas se trabaja en escala 1:25.000, tal como ocurre en Santo Domingo, que cubre un área de 53.593 hectáreas. Éstas permiten acceder con suficiente detalle a las características pertinentes del territorio. En otras comunas de mayor tamaño, con territorios marginales, o donde no existe cartografía detallada, puede

trabajarse con escalas más pequeñas tal como 1:50.000 ó incluso menores.

De acuerdo con las características de la comuna, las cartas se pueden unir total o parcialmente, de manera de facilitar el trabajo posterior. Con la ayuda de las autoridades y funcionarios municipales, se dibuja sobre las cartas los lindes precisos del territorio comunal, el cual luego se digitaliza y georreferencia (Figura 6). Este esquicio constituye la carta base sobre la cual se introduce la totalidad de la información politemática interna y del entorno. En esta forma se divide el territorio en dos, lo que está dentro de la comuna y lo que está fuera de ella. En relación con esto último se describen las vías de acceso a la comuna (Figura 7).

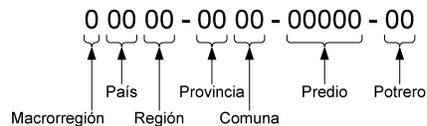
El sexto nivel administrativo es el del predio. Es una porción administrativa del municipio, representado en escala de detalle aún mayores, que se administra privadamente por su propietario. La dimensión ecológica de una gestión es notable, alcanzando la máxima expresión de integración ecológica-administrativa. También se incluyen en esta categoría los bienes nacionales tanto de uso público como privado, tales como: playas, parques, calles, reservas, ríos, lagos, bordes costeros y de ríos, los cuales deben ser tratados como predios. Las escalas usuales de trabajo son de 1:1.000 a 1:10.000, dependiendo de su tamaño y características. La séptima y última categoría administrativa es la de potrero o cuartel.



**Figura 5. Herramientas empleadas en la localización e información generada como producto del estudio (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

Cada uno de los niveles jerárquicos se representa por un código, donde el primer dígito corresponde al continente, el segundo y tercero al país y el cuarto y quinto a la región. Luego separado por un trazo se tienen dos dígitos para la provincia y dos para la comuna. Finalmente, se tiene el predio, representado

por cinco dígitos y el potrero representado por dos dígitos (Gastó, Cosío y Panario, 1993).



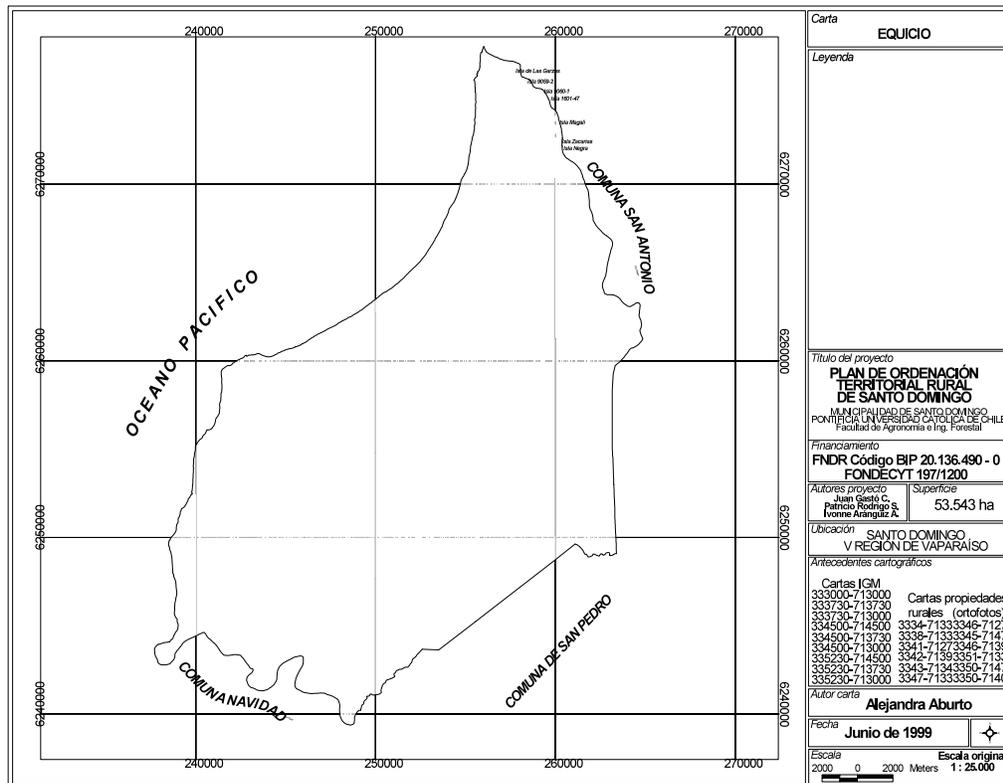


Figura 6. Esquicio georreferenciado de la comuna de Santo Domingo y de su entorno (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

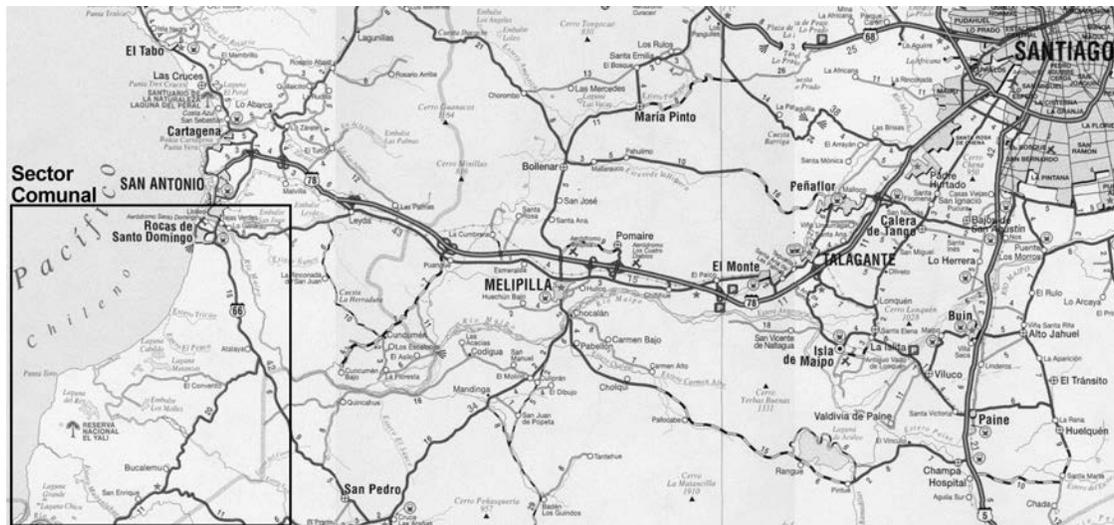


Figura 7. Vías de acceso de la comuna de Santo Domingo

### LOCALIZACIÓN ADMINISTRATIVA

El sistema de clasificación administrativa de los espacios territoriales consta de las siguientes categorías jerárquicas que en el caso de Santo Domingo corresponde a lo siguiente:

- Macrorregión: América del Sur 50000-0000-00000-00
- País: Chile 50400-0000-00000-00
- Región: Quinta 50405-0000-00000-00

- Provincia: San Antonio 50405-0600-00000-00
- Comuna: Santo Domingo 50405-0606-00000-00
- Predio: Cualquiera 50405-0606-0000i-00
- Potrero: Cualquiera 50405-0606-0000i-0i

Cada categoría se define por las variables determinantes. Su clasificación se establece por los respectivos atributos administrativos que corresponden a organismos internacionales, nacionales, regionales, provinciales, comunales o prediales, tanto de

naturaleza pública o privada, los cuales organizan y administran cada territorio.

La macrorregión es la categoría superior del sistema administrativo de clasificación, lo cual puede corresponder a un continente o subcontinente. Está constituido por la agrupación de numerosos países en un bloque regional, tal como el MERCOSUR. Las relaciones entre los países se establecen a través de relaciones de libre comercio, relaciones culturales, integración de procesos productivos, o cualquier otro mecanismo que haga que la macrorregión se comporte como un bloque homogéneo de países.

País es el segundo nivel dentro del sistema administrativo de clasificación. Corresponde a subdivisiones de la región administrativa por países soberanos. Las fronteras de los países no coinciden normalmente con los de las regiones ecológicas. Sus fronteras están establecidas por la ocupación histórica del territorio, por tratados internacionales, por la constitución de los estados y por las tradiciones y nacionalidades.



**Figura 8. Localización administrativa y geográfica de la comuna de Santo Domingo, Provincia de San Antonio, Quinta Región (INE, 1997)**

El tercer nivel es el de región. Son las divisiones administrativas del país que tienen como fin administrar los grandes espacios del territorio de la nación, los cuales corresponden a grupos poblacionales geográficos y etnoculturales definidos. En total existen 13 regiones administrativas.

El cuarto nivel es el de Provincia que agrupa a un conjunto de territorios y poblaciones que tienen una identidad local y humana definida. La provincia es un conjunto de comunas. En cada región existen entre dos y siete provincias.

El quinto nivel administrativo es el de Municipio, Ayuntamiento o Comuna. Se organiza y presenta en escalas locales de desarrollo territorial y humano, con suficiente detalle para caracterizar, administrar y organizar el entorno de las personas. Su escala de trabajo es usualmente de 1:25.000 a 1:50.000, son los administradores de los ecosistemas locales. Las autoridades son elegidas por votación popular.

Existe un total de 341 comunas en el país, donde más de la mitad de éstas son predominantemente rurales. El número de comunas por provincia varía usualmente entre tres y seis, llegando en algunos casos a sobrepasar las quince.

El sexto nivel administrativo es el del predio. Existe en la comuna de Santo Domingo un total de 996 predios rurales (INE, 1997). Para su organización y gestión se dividen en potreros, cuarteles, encierras o en otras categorías espaciales. El número de estas divisiones varía usualmente entre cinco y quince, pudiendo exceder estos límites.

## LOCALIZACIÓN ECORREGIONAL

El sistema de clasificación ecológica consta de nueve categorías o niveles que, ordenados en una jerarquía de mayor a menor permanencia, corresponden a lo siguiente (Gallardo y Gastó, 1985; Gastó, Silva y Cosío, 1990):

Reino  
 Dominio  
 Provincia  
 Distrito  
 Sitio

Cada categoría y clase, además de la variable principal que la define se caracteriza por las restantes propiedades y atributos ecosistémicos, sea clima (Köppen, 1923, 1948), geoforma (Murphy, 1967), ambiente edáfico y artificialización, entre otros, de acuerdo con lo que corresponde. El nivel de resolución de cada categoría tiene una escala cartográfica específica para su representación (Gastó, Cosío y Panario, 1993).

La categoría de Reino corresponde a las variables que definen las zonas fundamentales de Köppen (1923, 1948). La comuna de Santo Domingo se localiza en el Reino Templado. El Dominio corresponde a los tipos fundamentales de Clima de Köppen, que en el caso de la comuna corresponde a Secoestival, el cual se caracteriza por sus escasas precipitaciones estivales y por los inviernos húmedos y moderados, siendo el verano seco y caluroso (Figura 9).

La provincia nubosa es de temperatura moderada, sin nieve y casi sin heladas. Tanto la temperatura como la humedad están bajo el dominio marítimo. La neblina y la nubosidad penetran desde la costa y durante el estío ayudan al desarrollo de la vegetación. La precipitación anual de la provincia es de 400 a 900 mm. La escala de trabajo de la provincia puede ser de 1:2.000.000 a 1:200.000.

El distrito representa las grandes divisiones de la geomorfa del territorio comunal, por lo cual corresponde a una caracterización al interior de la comuna. Su escala de trabajo debe ser la propia de la

comuna, en su caracterización administrativa, es decir, de 1:25.000 a 1:50.000.

El sitio corresponde al quinto nivel jerárquico del sistema de clasificación de ecorregiones. Es la unidad de descripción del manejo y utilización, al cual refieren las bases de datos y la información geográfica comunal. El sitio representa las clases de tierra existentes en cada distrito de la comuna. Su escala de trabajo es similar a la de los distritos.

La comuna de Santo Domingo corresponde a:

Reino	Templado	3000 – 000 – 0000
Dominio	Secoestival	3100 – 000 – 0000
Provincia	Nubosa	3101 – 000 – 0000

Distrito y sitios son divisiones interiores de la comuna, por lo cual no se indican en la localización ecorregional global de la comuna.

## ESCALA TERRITORIAL

La escala territorial es la porción entre el tamaño real en que se presenta la comuna y el tamaño de su representación cartográfica. Se representa por una proporción numérica entre la longitud del elemento en el fenómeno y la longitud del mismo elemento en la carta.

La escala de trabajo utilizada para describir las estructuras internas de la comuna está determinada por los siguientes factores: tamaño y de talle de las estructuras que se pretende describir; diversidad de la información representada; nivel de resolución deseado; componente de que se trate; y naturaleza del problema.

La escala espacial de análisis varía por ejemplo en comunas de potencial productivo medio, que cubren una superficie de 30.000 a 50.000 hectáreas se representan en escalas que oscilan entre 1:20.000 y 1:50.000. En comunas más pequeñas, de 5.000 a 15.000 hectáreas, con productividades potenciales elevadas, y con una alta complejidad de estructuras, debe emplearse escalas mayores tales como 1:5.000 a 1:10.000. En los poblados y en lugares de alta concentración infraestructural, las escalas deben ser tal como 1:500 a 1:5.000. En el caso de la comuna de Santo Domingo, la escala general empleada es de 1:25.000, pero su impresión en papel se hizo, debido a limitantes en materiales, en escala 1:50.000.

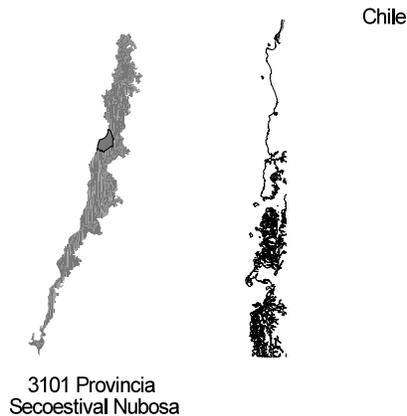
La escala 1:25.000, significa que 1 cm en la carta corresponde a 250 m en el terreno, lo cual es adecuado para describir las variables físicas, de uso y catastrales de la comuna. Los sistemas de información geográfica permiten combinar escalas, por lo cual se incorpora mayor detalle en los lugares que así lo requieran, tal como en los poblados rurales.

intensivo, la actualización debe ser anual, quinquenal o decenal. En cualquier circunstancia y variables, el hecho de contar con una matriz de fondo debidamente estructurada, facilita las labores de actualización.

## VARIABLES FÍSICAS

De acuerdo con la identificación del problema y su correspondiente ubicación en el nivel jerárquico, se determina el tipo de información a recolectar. Ésta debe satisfacer las necesidades de la etapa II del SITER relativa a la Modelación de Escenarios y a la etapa III de Toma de Decisiones (Urrutia, 1997). La información de mayor jerarquía comunal debe ser recolectada en cualquier situación de que se trate. El resto debe determinarse en función de las necesidades de información para las etapas siguientes de modelación de escenarios y de la toma de decisiones (Figura 10).

La herramienta fundamental requerida para la preparación de la cartografía de las variables físicas del territorio son las cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM) en escala 1:25.000 que permite desarrollar la matriz de fondo georreferenciada del territorio comunal. Dada la multivariabilidad de elementos contenidos en las planchetas, es factible utilizarlo como cartografía básica para representar otras variables. También debe destacarse las ortofotos de CIREN y las imágenes satelitales. Las fotografías aéreas y el trabajo de terreno permiten complementar esta labor.



**Figura 9. Localización ecorregional de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

### ESCALA TEMPORAL

Los fenómenos que ocurren dentro del ámbito comunal presentan una dinámica que se expresa en diversas magnitudes de acuerdo con sus características propias. El material geológico varía en lapsos de decenas de millones de años, por lo cual no se requiere hacer descripciones frecuentes de estas características. Lo mismo ocurre a nivel macroclimático.

Los procesos geomorfológicos naturales ocurren también en lapsos prolongados de miles de millones de años, por lo que no es necesario describirlos a intervalos frecuentes de años. Los procesos edáficos también requieren de períodos prolongados; las series de suelos no cambian constantemente, por lo cual se considera como variable permanente, al igual que las anteriores.

Las variables de uso del territorio y las tecnológicas, a diferencia de las anteriores, varían constantemente, por lo que deben actualizarse de acuerdo con su variabilidad y dinámica. En comunas de uso más

## CLIMA

### SUBPROVINCIAS

El Sistema de Clasificación de Ecorregiones establece como tercera categoría jerárquica a la Provincia, que corresponde a las variables climáticas de Köppen (1948). En esta forma el país se divide en 23 Provincias Ecorregionales, las cuales se representan en escalas de aproximadamente 1:1.000.000. La comuna, en cambio, se representa en escalas de 1:25.000 a 1:50.000, por lo cual requiere de una descripción climática más detallada. Las variables incorporadas en la clasificación de las subprovincias comunales son las siguientes: temperaturas máxima, mínima y media, días-grado, horas-frío, temperatura mínima absoluta, heladas, radiación solar, humedad relativa, precipitación, evapotranspiración, déficit hídrico, excedente hídrico e índice de humedad. Todas estas variables se describen mensualmente. En el caso de Santo Domingo, a pesar de su pequeño tamaño, que abarca sólo 53 mil hectáreas, se determinaron seis subprovincias climáticas (Figura 11).

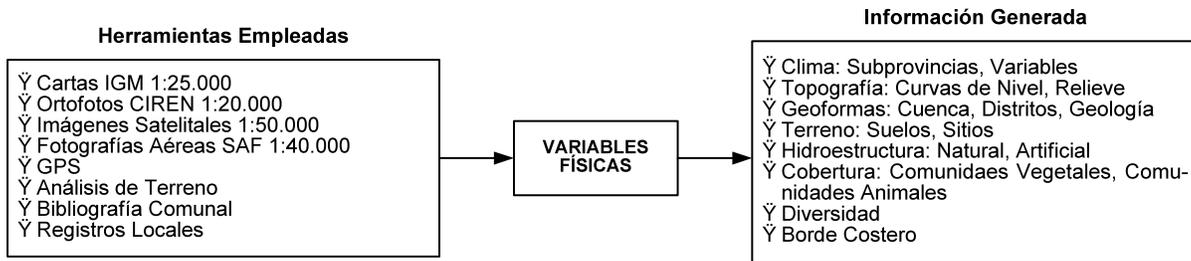


Figura 10. Herramientas empleadas en la caracterización física del territorio comunal e información comunal generada (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

### TOPOGRAFÍA

Las curvas de nivel son la forma más objetiva de representar el relieve y la altitud de los componentes del territorio comunal. Es una de las cartas básicas de la comuna, a partir de la cual es posible inferir otras

cartas tales como la hidrografía, distritos y energía del paisaje. Se requiere disponer de ella para la construcción de carreteras, de obras de riego y de caracterización del microclima. Su representación se hace por medio de curvas de nivel trazadas a intervalos altitudinales variables, de acuerdo con las características del territorio.

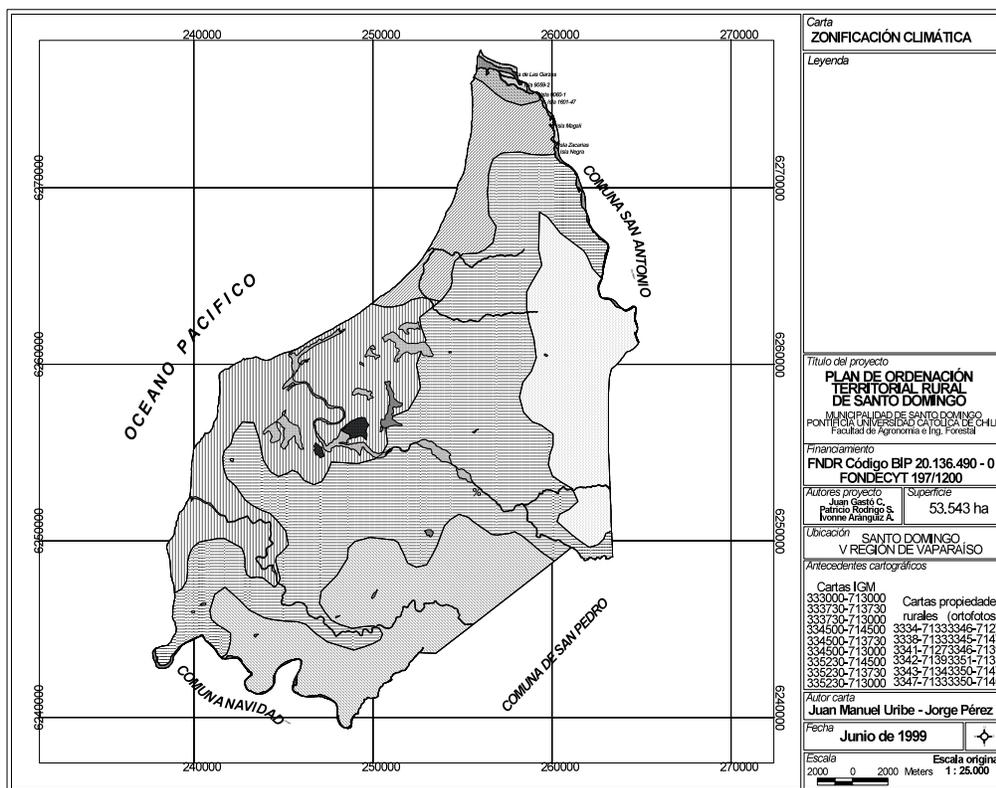


Figura 11. Zonificación climática de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

### GEOMORFOLOGÍA

Se ha desarrollado una variedad de sistemas de clasificación que describen y agrupan las geomorfas de acuerdo con los procesos que los configuran e influyen. Paralelamente, otros sistemas de clasificación han incorporado el estado del desarrollo de las formas como un aspecto evolutivo a través del tiempo geológico. La configuración de la superficie terrestre refleja, en algún modo, virtualmente todos los procesos que ocurren en o cerca de la superficie, tanto

como aquellos que tienen lugar en la profundidad del globo terrestre como en la corteza (Hargauth, 1979). Se utilizan variados sistemas de clasificación (Engeln, 1942; Caillex y Tricart, 1956; Murphy 1967 y 1968).

### DISTRITOS

Se utiliza, basado en Murphy (1968), como criterio de clasificación la pendiente, siendo que a ella se asocian procesos geomorfológicos característicos en cualquier ambiente morfoclimático. Por otra parte, al igual que las pendientes, se les adjetiva con el nombre vulgar de

la geomorfa, caracterizada por presentar con la mayor frecuencia cada uno de los rangos de pendiente establecidos. El Distrito es el cuarto nivel jerárquico del sistema de clasificación de ecorregiones (Gastó, Cosío y Panario, 1993). Al referirse a un Distrito determinado, se debe hacer mención a la unidad mayor a la cual pertenece – la Provincia – que es de naturaleza climática.

Los Distritos de cada Provincia reciben la denominación de Montano ( $\geq 66,5\%$ ), Cerrano ( $34,5\%$  a  $66,4\%$ ), Ondulado ( $10,5\%$  a  $34,4\%$ ), Plano ( $>0\%$  a  $10,4\%$ ), Depresional ( $\leq 0\%$  formando depresiones abiertas o cerradas) (Fairbridge, 1968; Texeira, 1980; Cristofolletti, 1980).

## SUELOS

Un sistema de clasificación de suelos, aceptado universalmente, es el diseñado por los clasificadores del Soil Survey Staff del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), elaborado a través de aproximaciones sucesivas que circulan para su estudio y crítica (Honorato, 1976). La Séptima Aproximación fue publicada en 1960, apareciendo posteriormente del Soil Survey Staff en 1964 y 1970, en las que se introducen algunas modificaciones. El sistema es universal y permite la ubicación de los suelos y considera tanto los suelos vírgenes como los cultivados y erosionados. El sistema es una clasificación jerárquica que define clases a nivel de Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie.

La serie (Figura 15) es el resultado de la clasificación de los suelos en los distintos niveles jerárquicos, basado en sus propiedades pedogénicas dominantes, sin tomar en consideración los factores climáticos actuales ni los requerimientos ecológicos de la biocenosis. Las características diferentes utilizadas para la definición de los taxa son en su mayoría medibles y observables. El sistema tiene una base genética, en referencia a los tipos de morfología representativa, de una génesis determinada. La elección de un determinado carácter morfológico para una categoría se basa en el modo cómo estas características representan un grado de organización o un determinado proceso genésico.

## SITIOS

El sitio corresponde al quinto nivel jerárquico del sistema de clasificación de ecorregiones (Gastó, Cosío, Panario, 1993). Sitio se define como una clase 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). Puede ser definido como un ecosistema, que como producto de la interacción de factores ambientales, engloba a un grupo de tierras o áreas abióticamente homólogas, que requieren de un determinado manejo y presentan una productividad potencial similar, tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo (Shiflet, 1973; Francis, 1984; Panario *et al.*, 1988; Zonneveld, 1972).

El Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) de Australia, utiliza el sitio (*site*) y lo define como una parte del paisaje, que para todos los propósitos prácticos es uniforme en geomorfología, suelos y vegetación (González, 1981; Zonneveld, 1972). A su vez, el conjunto de sitios se agrupan en lo que se denomina unidades de tierra (*Land Unit*) que constituye la geomorfa, lo cual es conceptualmente similar al Distrito.

## HIDROESTRUCTURA

El agua es elemento que determina la existencia y características de los demás componentes territoriales de uso del ecosistema. Como un agente formador de relieve, determina tanto el aspecto de un lugar como las relaciones de evolución y adaptación de la geomorfa, del suelo, de la cobertura vegetal y de las comunidades animales y, por ende, de la potencialidad evolutiva del sistema.

La estructura hídrica de la comuna está dada por la cuenca de captación de las precipitaciones y de los cauces de escorrentía y de almacenamiento del líquido. El agua es un elemento ordenador del sustrato, por lo cual la descripción de sus cauces naturales constituye uno de los componentes de mayor jerarquía en la caracterización comunal.

En este contexto también se incluyen las estructuras artificiales de canales, de embalses y de zonas de aplicación. Además de los volúmenes y estacionalidades de los flujos de contenidos debe incorporarse los parámetros relativos a la calidad de éstos.

## COMUNIDAD VEGETAL

Distintos enfoques y tendencias han dominado el desarrollo de los sistemas de clasificación del paisaje, los cuales se basan primariamente en la vegetación (Whittaker, 1962; Mateucci y Colma, 1982). En escala mundial, Fosberg (1961) propone un sistema jerárquico en todas las categorías, las cuales se definen estructural y funcionalmente.

Mateucci y Colma (1982) sostienen que, por ser exclusivamente fisionómico, permite comparar

patrones de vegetación con patrones de factores ambientales. Los sistemas fisionómicos a nivel local son numerosos y a menudo corresponden a adaptación de los sistemas mundiales, obedeciendo a las características de la zona.

El estudio de CONAF (1997) del Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, incluye la cobertura vegetal y el uso del suelo en toda la superficie del país. El valor de este estudio es que contiene un grado de detalle de la información que permite describir los pormenores de una comuna; y, relacionarla con los de otras comunas (Figura 16).

### COMUNIDAD ANIMAL

Las comunidades animales que se presentan en forma natural en la comuna son consecuencia de las características del ambiente ecológico que le rodea, el cual está dado por cuatro atributos fundamentales: el hábitat o clima interior del sistema; el nicho o función que desempeña cada organismo; el territorio o espacio requerido para su supervivencia dado por la magnitud de los recursos; y el lugar o porción espacial de cada comunidad.

El hombre, al interactuar con la naturaleza la artificializa, extrayendo recursos e incorporando elementos tecnológicos previamente no existentes, con lo cual modifica el hábitat, los nichos existentes en cada ecosistema, el potencial productivo y, la capacidad sustentadora de la fauna. De esta manera, naturaleza, tecnología y sociedad se integran generando nuevos ámbitos donde se establecen nuevas comunidades de fauna. En la caracterización comunal de la fauna, debe identificarse, por lo tanto, estos ámbitos y luego caracterizar las comunidades animales que allí se desarrollan (Correa, 1999).

### BORDE COSTERO

La zona costera es un territorio localizado en la franja terrestre contigua al mar y en la franja de mar contigua a la tierra. Su amplitud es variable de acuerdo con las características de la costa y del mar contiguo. El borde costero es un ecotono que integra dos territorios diferentes: el mar y la tierra y como fruto de su interacción genera una franja con características diferentes a las de ambos. La zonificación puede quedar restringida al borde *strictu sensu*; pero desde el punto de vista ambiental, su ordenación debe considerar las consecuencias e impactos de la ocupación. La zonificación es la principal característica que exhibe la gestión del uso del borde costero. Además, el uso de los recursos naturales anexos entraña un enfoque conceptual de eficiencia no sólo económica, sino que también ecológica. La ordenación integral de las zonas costeras surge de la

necesidad de un manejo estratégico de la estructura del desarrollo comunal y nacional (De Andrade, 1997).

La importancia ecológica que posee radica en la existencia de diversos ecosistemas en su interior y ecotono, en diversos estados de desarrollo y conservación (Muñoz, 1994), que son apreciadas por diversos motivos: medio natural original, interés científico, sistema económico productivo, significado cultural y potencialidad para el ocio y la recreación. Para la toma de decisiones son importantes, además, los criterios técnicos, legales y políticos.

Según lo dispuesto en el Artículo 32, N° 8 de la Constitución Política de la República de Chile, en el Artículo 19 de la Ley N° 18.575 y en el DFL 340 de 1960, el borde costero del litoral es aquella franja del territorio que comprende los terrenos de playas fiscales, la playa, las bahías, golfos, estrechos, canales interiores y el mar territorial de la República, que conforma una unidad geográfica y física de especial importancia para el desarrollo integral y armónico del país y, obviamente, de las comunas.

Tales espacios constituyen una continuidad natural y el vínculo de integración de partes sustantivas del territorio nacional como son el terrestre y el oceánico, permitiendo la necesaria proyección de uno en el otro y que, en su conjunto, posibiliten un cabal aprovechamiento de sus potencialidades.

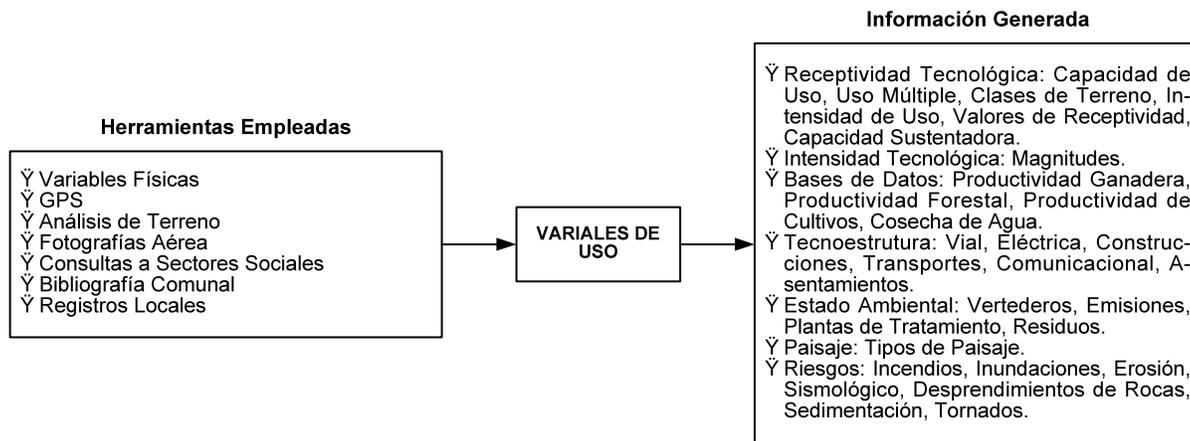
Tales espacios deben ser individualizados y caracterizados, ya que permiten múltiples usos, en algunos casos exclusivos y excluyentes y en otros, compatibles entre sí, lo que hace necesario definir el mejor empleo del mismo, a fin de procurar un aprovechamiento integral y coherente de los recursos del borde costero y de sus riquezas y posibilidades que ellos contienen y generan.

### VARIABLES DE USO

El uso que se hace de un territorio comunal, está dado por numerosos factores que interactúan. En las jerarquías superiores se tiene el clima, la topografía, la geomorfa y la estructura hídrica, todo lo cual constituye el escenario más permanente de la comuna. También interviene como condicionante del uso la cobertura vegetal y las comunidades animales, además de los suelos y sitios de la comuna. Todo ello establece el marco de receptividad tecnológica del territorio, el cual, conjuntamente con la estructura social y cultural de los actores, genera la capacidad de acogida. El uso que se haga es una decisión, en último término, arbitraria donde intervienen además las necesidades y deseos de la población. La estructura tecnológica incorporada al territorio permite articular sus limitantes y potencialidades con la racionalidad de los actores. El uso del territorio se expresa fundamentalmente a través de la Capacidad de Uso,

del Potencial Productivo, de la Capacidad Tecnológica de Articulación, de la Vulnerabilidad y, del Uso

Múltiple (Figura 12).



**Figura 12. Herramientas empleadas en la caracterización del uso del territorio comunal e información comunal generada (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

### RECEPTIVIDAD TECNOLÓGICA

Puede postularse que la receptividad tecnológica de un ámbito dado deriva de la relación entre beneficios y costos adicionales, por un lado y, el tipo y grado de artificialización aplicado, por el otro. Puede afirmarse que ésta depende de la amplitud entre los umbrales de sustentabilidad, equidad y productividad.

De este modo, la receptividad tecnológica puede definirse como el gradiente de artificialización que puede aplicarse en un ámbito dado, tal que la diferencia entre los beneficios y los costos adicionales sea cero o positiva. A partir de la relación entre beneficios y costos adicionales, es posible diferenciar tres grandes tipos de ecosistemas: de alta, media y baja vulnerabilidad.

El concepto de receptividad tecnológica se puede abordar desde dos perspectivas diferentes (Vélez, 1998):

- Como la capacidad de un ámbito de recibir y asimilar una cantidad y tipo de tecnología determinada como aportes y estructuras de artificialización, sin que deteriore su capacidad productiva.
- Como los costos y esfuerzos necesarios de aplicar para mantener el ámbito en adecuadas condiciones de producción, adicionales a los requerimientos para mantener o aumentar los rendimientos y que pueden causar el deterioro del ámbito y, consecuentemente aumentar los costos de producción (Nava, Armijo y Gastó, 1996).

Se han desarrollado sistemas y metodologías de evaluación de tierras (en la literatura que a continuación se referencia, se desarrolla el concepto de tierra como similar al de ecosistema), para determinar

su uso y manejo de acuerdo con su receptividad tecnológica y potencial, como la de FAO (1976); Malher (1973); Beek y Benema (1973); Etter (1990); Tosi (1972); Duch *et al.* (1980). Richters (1995) hace una síntesis y analiza algunas de estas propuestas metodológicas.

En el estudio de Vélez (1998), la receptividad tecnológica (*RT*) se determina como una función del ámbito, del uso específico y de los sistemas de manejo agrotecnológico (*sma*):

$$RT = f(\text{ámbito}, \text{uso}, \text{sma})$$

En el contexto del uso múltiple, la artificialización de un ecosistema dado tiene como meta alcanzar algunos o la totalidad de los determinantes de la calidad de vida; éstos pueden sintetizarse en tres grandes factores: salud, información<sup>1</sup> e ingresos. La viabilidad de estas metas depende de la relación entre los beneficios derivados de la artificialización del ecosistema y, los costos adicionales<sup>2</sup> producidos.

De un modo más formal, lo precedente puede expresarse como:

$$\begin{aligned} \text{Beneficios} &= f(\text{artificialización}) \\ Be &= \Sigma(\text{salud}, \text{información}, \text{ingresos}) \\ \text{Costo adicional} &= f(\text{artificialización}) \\ Ca &= \Sigma(\text{salud}, \text{información}, \text{ingresos}) \end{aligned}$$

El beneficio de salud se refiere especialmente a las necesidades de naturaleza de la población, en lo referente tanto a la calidad ambiental para la fisiología anatómica y patología corporal y, a la salud mental, lo cual se incorpora al contexto de biofilia.

<sup>1</sup> En un ámbito determinado, por tal se entiende la diversidad de la biocenosis y la tecnología incorporada por el hombre.

<sup>2</sup> Es aquél que debe adicionarse al costo propio de la artificialización para mantener la sanidad del ecosistema en cuestión.

La receptividad tecnológica global se puede descomponer en las siguientes variables:

- Capacidad de uso
- Clases de terreno
- Uso Múltiple
- Intensidad de uso
- Magnitud de receptividad
- Capacidad sustentadora.

### CAPACIDAD DE USO DEL TERRITORIO

La agrupación de suelos en clases, subclases y unidades de capacidad de uso, es una ordenación para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos. Indica, además, las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Se basa en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos (Honorato, 1976).

Las clases convencionales para definir las Capacidades de Uso son ocho; designándose con números romanos desde I a VIII, ordenados según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso, especialmente desde una perspectiva del laboreo y del uso silvopastoral (Figura 17).

Es una medida global de receptividad tecnológica del sistema desde una perspectiva de receptividad inherente. Existe una clasificación de la capacidad de uso realizada por CIREN para una buena parte de los suelos de Chile, en escala 1:20.000, la cual puede ser utilizada como información básica comunal.

### CAPACIDAD SUSTENTADORA

La capacidad sustentadora empleada desde una perspectiva ecológica, ha estado estrechamente relacionada con la Segunda Ley de la Termodinámica o Ley de Entropía (Brown, 1977). Odum (1972) señala que los ecosistemas poseen una característica de poder crear y mantener un alto grado de orden interno, lo que equivale a decir una baja condición de entropía. De acuerdo con estos fundamentales aspectos de la física, la capacidad sustentadora de un ecosistema representaría la habilidad del mismo para importar energía de forma constante en el tiempo. Por lo tanto, la tarea del analista de recursos que pretende estimar la capacidad sustentadora de un ecosistema se centra en descubrir la proporción de los distintos flujos de energía.

El establecimiento de una capacidad sustentadora supone un límite eventual al crecimiento. Si se quiere mantener un flujo de beneficios constante, evidentemente, los recursos deben ser protegidos. Los factores que determinan la durabilidad del sistema y la resiliencia son de vital importancia para determinar cómo puede ser usado y gestionado un ecosistema. Estas restricciones al crecimiento se convierten en un

parámetro crítico, con significado económico, en la planificación de uso de los recursos (Fernández, 1995).

La definición de capacidad sustentadora debe ser general, completa y realizada desde la óptica del uso múltiple del territorio. En ella, deben quedar recogidas las necesidades de los distintos usos, gestiones particulares y características de los ecosistemas (Bartels, Norton y Perrier, 1993).

El uso múltiple del territorio se refiere a la coexistencia de varias actividades sobre un espacio determinado, lo que implica la utilización de distintos recursos naturales renovables. Pero, además lleva implícito que los recursos naturales renovables deben ser utilizados y gestionados de manera combinada, de forma que cubran las necesidades de la población sin dañar la productividad de la tierra (Lynch, 1992).

Desde el punto de vista energético, el uso múltiple puede ser visualizado como la extracción de energía a través de diferentes caminos. Cuando estas salidas de energía igualan a la contenida en el sistema, se ha alcanzado su capacidad sustentadora. Por tanto, obviar algunos flujos de salida de energía equivale a definir una capacidad parcial del ecosistema (Odum, 1972).

Consolidando los puntos anteriores, la capacidad sustentadora del territorio es una medida de la energía disponible para soportar un uso múltiple con unas metas preestablecidas (intensidad, calidad y producción, entre otros), alterando la condición del ecosistema sólo en una intensidad, dirección y sentido permitido y especificado y, variando en el tiempo, de acuerdo con la propia dinámica del ecosistema y las interacciones con el exterior (Fernández, 1995).

La definición general de capacidad sustentadora del ecosistema puede ser aplicada a una situación en que se considere exclusivamente el uso ganadero. En este caso, la capacidad sustentadora animal (CSa) de un pastizal puede ser definida como la carga animal que puede soportar dicho pastizal sometido a una acción determinada del hombre, a la vez que mantiene su estado. Simbólicamente, puede representarse por:

$$CSa = f(P, \pi_i, E_t, \sigma_i)$$

Donde:

- P: Ecosistema de pastizal;
- $\pi_i$ : Acción que el hombre ejerce directamente sobre el pastizal;
- $E_t$ : Estado en que se encuentra el ecosistema en el tiempo t;
- $\sigma_i$ : Conjunto de recursos involucrados en la actividad pastoral.

Puede aplicarse también a cualquier otra actividad de uso tal como recreacional, forestal o de cultivo.

## INTENSIDAD TECNOLÓGICA

La intensidad tecnológica puede definirse como el grado de artificialización del ámbito o magnitud de los aportes por unidad de área, con el fin de incrementar el flujo de recursos o los rendimientos por unidad de área y, aumentar la calidad y cantidad de recursos naturales movilizados y reproducidos para su conversión en valores específicos (Ploeg, 1992; Gastó, Guerreiro y Vicente, 1995; Meews, Ploeg y Wijermans, 1998).

De acuerdo con el análisis de Vélez (1998), la respuesta del sistema expresada como ( $\rho$ ) puede ser representada como una función ( $\phi$ ) de los aportes ( $\varepsilon$ ) y del comportamiento del ecosistema ( $\beta$ ), que es función de la arquitectura. En términos prácticos corresponde al potencial productivo:

$$\rho = \phi(\varepsilon, \beta)$$

En consecuencia, la intensidad tecnológica debe establecerse con respecto al sistema de manejo agrotecnológico de receptividad tecnológica de cada ámbito.

El concepto de intensidad en el empleo de mano de obra se refiere al cociente promedio entre el número de operaciones agrícolas y la cantidad de mano de obra requerida para el número de labores (Meews, Ploeg y Wijermans, 1998). Vélez (1998) expresa que la intensidad en el empleo de mano de obra ( $s$ ) es función de la actividad agrícola ( $A$ ), de las características del ámbito ( $E$ ) y del tipo de tecnología empleada ( $T$ ):

$$s = f(A, E, T)$$

## BASE DE DATOS

El sistema de información geográfica que se desarrolla para una comunidad, cuenta de dos partes: una base de datos territorial georreferenciada y una base de datos alfanumérica asociada. El territorio se representa en cartas geográficas de escalas adecuadas para la representación de todos aquellos componentes cuya característica de uso sea necesario conocer, los cuales deben estar representados en las escalas espacio-temporales que corresponda. Complementariamente se genera la base de datos que contenga la información pertinente de productividad y de receptividad tecnológica.

## PRODUCTIVIDAD POTENCIAL

La productividad potencial de las diferentes zonas de la comuna, está relacionada con las características de cada sitio y con su receptividad tecnológica. El sitio es la unidad edafoambiental que representa a porciones homogéneas del territorio que tienen igual capacidad de producción en términos cualitativos y cuantitativos simultáneamente y presentan una receptividad tecnológica similar.

Las cartas de productividad potencial de cada porción del territorio son necesarias para optimizar su ocupación y asignar el uso múltiple, en el contexto de la programación multicriterio.

De acuerdo con las características inherentes de cada uno de los ámbitos presentes en el territorio comunal, su productividad potencial es también diferente. El territorio comunal rural puede caracterizarse en función de la productividad que puede esperarse de cada ámbito, de acuerdo con el tipo e intensidad aplicada o aplicable. La receptividad tecnológica es una característica propia de cada ámbito. La productividad ( $P$ ) es igual a:

$$P = f(RT, IT)$$

Donde:

RT: receptividad tecnológica;

IT: intensidad tecnológica

La productividad del territorio puede ser referida a cualquiera de los productos que pueden extraerse de ésta tales como: cultivos, ganadería, madera, fauna silvestre, pesca. La productividad potencial del territorio está condicionada por las características de cada sitio, de acuerdo con el uso asignado y la intensidad tecnológica incorporada (Figura 13).

## TECNOESTRUCTURA

La intervención de los actores sociales sobre el territorio comunal se expresa fundamentalmente a través de la extracción de recursos y de la incorporación de tecnología. Ambos procesos generan como resultante una nueva ordenación del territorio, con frecuencia adecuada a lograr una mayor armonía entre los actores sociales y el escenario en que ellos se desenvuelven.

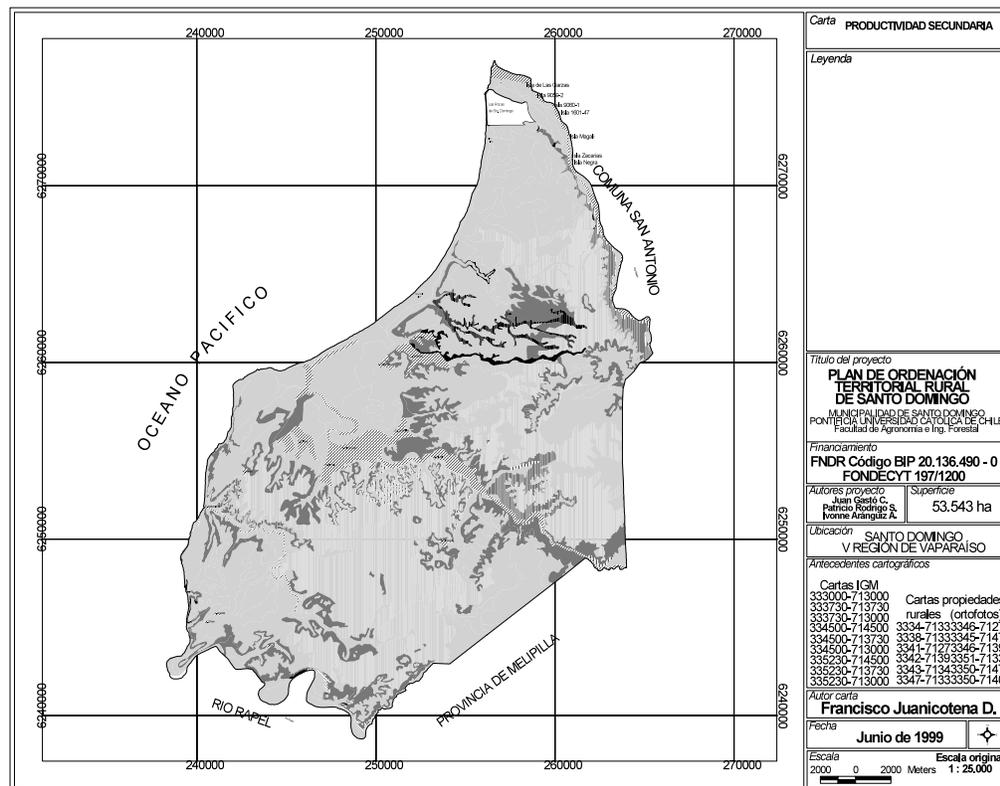
La cultura es la forma que tiene la sociedad de relacionarse con el mundo, lo cual incluye el arte, la religión, el lenguaje y el mito. La tecnología es un subsistema de la cultura que se deriva y relaciona con la ciencia y con la técnica.

Tecnología se define como un subsistema dinámico de la cultura constituido por invenciones, saberes y ejecuciones de estrategias de producción, conservación, distribución y reproducción de complejos o redes de objetos en el horizonte de la naturaleza intencionada como sistemas de recursos de desechos.

En un contexto semántico, la comuna entera puede ser considerada como un objeto tecnológico implicado con los recursos naturales del territorio comunal, debe predominar funciones: cognitivas, estéticas, deónticas e indiciales. Las estructuras tecnológicas incorporadas a la comuna pueden ser:

- Viales;

- Eléctricas;
- Construcciones industriales;
- Transporte;
- Asentamientos;
- Comunicacional.



**Figura 13. Carta de productividad secundaria ganadera potencial de las praderas en condición regular expresado en kg/ha por año del territorio comunal (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

**Cuadro 1. Rangos de productividad secundaria ganadera potencial (kg PV/ha por año) para un año normal (CS=CA) y para un sistema de producción de bovinos de carne, de acuerdo con Distrito, Sitio y Condición de los pastizales. Comuna de Santo Domingo**

Distrito	Condición					Superficie (ha)
	Excelente	Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre	
<b>Depresional</b>	95,49–195,07	72,3–147,32	36,83–75,03	12,28–25,92	6,82–13,64	3.920,65
<b>Plano</b>	115,95–177,33	87,30–133,68	43,65–68,21	15,01–23,19	8,18–12,28	37.329,96
<b>Ondulado</b>	50,47–87,30	38,19–65,48	19,10–32,74	6,82–10,91	4,09–5,46	9.266,73
<b>Cerrano</b>	10,91–38,19	8,18–28,65	4,09–15,01	1,36–5,46	1,36–2,73	322,52
<b>Montano</b>	6,82–12,28	5,46–9,55	2,73–4,09	0,00–1,36	0,00–1,36	3,01

Fuente: Gastó, Rodrigo y Aránguiz (1999)

### ASENTAMIENTOS HUMANOS Y CONSTRUCCIONES PÚBLICAS

La población rural de la comuna se asienta en ubicaciones que corresponden a definiciones de causalidad dado por siete elementos principales: características físicas del ámbito; estructuras tecnológicas existentes; historia del lugar; fuentes de empleo; propiedad de la tierra; servicios urbanos; y fundación de poblados. Las viviendas rurales se encuentran diseminadas en el territorio rural sobre la base de los criterios anteriormente descritos. No

existen poblados rurales bien estructurados con algún tipo de organización urbana ni con estructura administrativa urbana. En algunos lugares donde se conjugan características físicas adecuadas, son historia de antiguos cascos de haciendas y con propiedad de la tierra, las viviendas se encuentran más o menos concentradas tales como: El Convento, San Enrique, Bucalemu, San Guillermo y Mostazal. La cartografía básica del IGM presenta en detalle la ubicación de las construcciones.

En la descripción se caracterizan las construcciones públicas rurales a saber: iglesias, escuelas, postas, canchas de fútbol, medialunas y edificios públicos de

otra naturaleza. En la carta se detalla la ubicación de cada una de las construcciones públicas y privadas y en el texto se individualizan y caracterizan.

## **RED VIAL, ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA**

Las comunicaciones viales intercomunales son expeditas, de calidad y confiables. La cubierta es de asfalto y se mantienen en buen estado de conservación. Las vías interiores no están sistemáticamente trazadas y corresponden a antiguos caminos y huellas de fundos que han sido gradualmente mejorados o bien mantenidos en su estado original. No corresponden, sin embargo, a un plan carretero formal que incluya mejores trazados y accesos a los predios rurales de la zona y a los bienes de uso público tal como el borde costero, estuarios, áreas ecológicas protegidas, borde de ríos y lagunas, recursos nacionales y caletas.

Los caminos son privados y de uso restringido. Debe cruzarse numerosas puertas y tranqueras que obstaculizan el tráfico fluido. Durante la temporada de lluvias se deterioran fácilmente y limitan el tránsito a vehículos acondicionados para todo terreno. Sus trazados no se ajustan a los estándares tecnológicos actuales.

No existe en la actualidad la estructura vial necesaria para una comuna rural moderna en temas tales como ciclovías y senderos peatonales. Se indica también en las cartas los tendidos eléctricos y telefónicos dados por el IGM y complementadas con información reciente.

## **ESTADO AMBIENTAL**

El ambiente es todo lo que rodea a un organismo que afecta sus posibilidades de vivir y de reproducirse. El ambiente está estrechamente relacionado con la calidad de vida de la población. El ambiente comunal puede establecer limitantes que no permiten a la población expresar su potencial o restringir las condicionantes para optimizar la vida.

Dos son los componentes ambientales comunales fundamentales que deben incorporarse a la base de datos y ser representados en la escala comunal:

- Vertederos y lugares de compostaje, como componentes de la gestión integral de los residuos sólidos.
- Efluentes y plantas de tratamiento como componentes de la gestión integral de los residuos líquidos.

## **PAISAJE**

El paisaje es un concepto amplio de lo que significa el entorno de ocupación humana. Su percepción va más allá de una apreciación estética, involucra la

interrelación de todos sus componentes espaciales y ambientales considerados como recursos naturales y culturales del hombre.

El paisaje es la apreciación visual de un territorio, además de la de los otros sentidos. La percepción que tiene un individuo forma su propia concepción de la realidad. Sin embargo, no es objetiva ni abstracta, se modifica por las características psicológicas y culturales del observador y tiene directa relación con la información, el aprendizaje y el comportamiento que se ha adquirido.

La ordenación territorial desde la perspectiva del paisaje, requiere combinar experiencias de las áreas científicas, sociales y económicas, de manera de generar un paisaje donde prevalezca lo social, preserve el ambiente, utilice adecuadamente los recursos, comparta las riquezas del medio y permita la ocupación del territorio para los momentos de ocio.

El paisaje es la imagen del territorio. El progresivo cambio de uso de suelo, la explotación de los recursos naturales, origina una fuerte antropización de los sectores más naturales. Estas transformaciones que condicionan al paisaje lo presentan como un recurso escaso, difícilmente renovable, de fácil deterioro que produce pérdida del medio perceptual y cultural.

El paisaje puede ser medido en función del valor subjetivo que le otorga cada individuo o colectivo social, creándose una imagen de la realidad, una visión personal influida por el contexto socio-cultural al que pertenece. Los valores preceptuales del paisaje representan parte del patrimonio natural de cada país, generando gran importancia en el bienestar humano y en la calidad de vida.

Para que pueda establecerse la percepción del paisaje, tienen que estar presente los siguientes elementos:

- Paisaje, como composición de formas naturales y antrópicas.
- Visibilidad, corresponde a la zona de visión física entre observador y paisaje.
- Observador, como sujeto pasivo de la percepción.
- Interpretación, como un análisis psicológico que realiza el observador del contenido y significado de la escena vista.

Hay que entender que la realidad física es una sola, pero los paisajes son miles, tantos como los que pueda percibir.

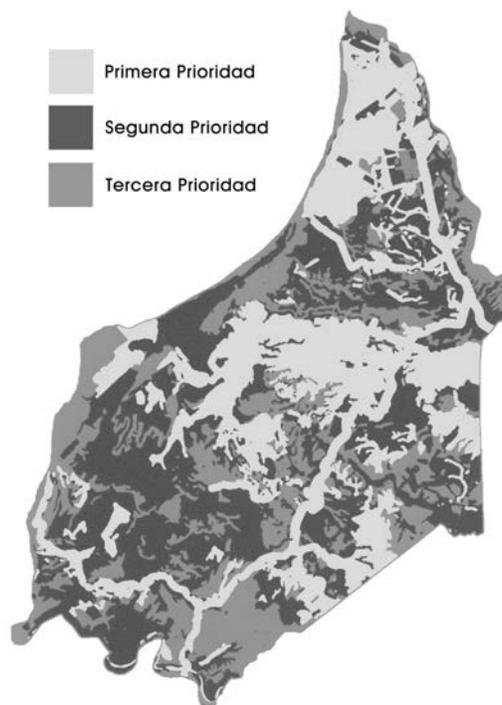
La diversidad espacial del paisaje rural se basa tanto en las diferentes formas de uso, la explotación de cada cultura y en las características físicas y climáticas propias de cada territorio. Los paisajes rurales y su diversidad son resultado de la forma de ocupación, explotación y tratamiento de los recursos naturales que contiene.

## RIESGOS

El riesgo es el grado de probabilidad de que ocurra un evento que signifique un daño o una pérdida para la sociedad. Es una medida de incertidumbre de un evento probable pero no seguro, por lo cual está estrechamente relacionado con la vulnerabilidad del sistema de una manera azarosa (Urrutia y Lanza, 1993).

Las áreas rurales están sujetas a fuerzas de la naturaleza que pueden alterar el estado del sistema, afectando su estabilidad. Ante esto es factible que ocurran daños a la propiedad o a las personas (Figura 14). En la medida que se intensifique el uso o la ocupación de las áreas de mayor riesgo, mayores son las probabilidades de desestabilizar el sistema y de causar daños. Afortunadamente, estas áreas pueden ser identificadas por especialistas en clasificación de tierras y de ámbitos (Lynch y Broome, 1973). Existe una relación entre los riesgos y las acciones del hombre, lo cual puede ser cuantificado. Se requiere aplicar umbrales de acción a partir de los cuales la situación se considera riesgosa. Desde la perspectiva del riesgo, para establecer el grado de estabilidad ambiental o la capacidad de reproducir el estado de un ecosistema dado, es preciso establecer tres postulados básicos:

- Los ámbitos son heterogéneos.
- Existe un conjunto de variables y acciones que le dan a cada ámbito un grado de especificidad a la vulnerabilidad del sistema.
- El riesgo es una medida probabilística de eventos y efectos relacionados con la vulnerabilidad del sistema.



**Figura 14. Zonas de riesgo de incendios para la comuna de Santo Domingo separada en tres prioridades. En la primera lo que se pierde es de importancia ante un incendio grave. La segunda, de importancia media (50% de probabilidad de incendio grave) y la tercera son las zonas dentro de las importantes, que tiene menor probabilidad de ocurrencia de incendios (Lara, 1999)**

Por lo anterior, para cada ámbito debe determinarse el grado de vulnerabilidad del sistema, indicándose el grado de probabilidad de ocurrencia del evento, del efecto y del daño causado por éste, tanto en forma natural como por la aplicación de alguna acción antrópica. Se requiere, por lo tanto, elaborar cartas de riesgos a los posibles eventos naturales que pudieran ocurrir en un territorio rural dado, tal como:

Evento k	Efecto L <sub>i</sub>
Sismo	Derrumbe
Crecida	Inundación
Nevada	Alud
Incendio	Quema
Desprendimiento	Aplastamiento
Lluvia	Sequía o inundación
Frente polar	Heladas
Inversión térmica	Contaminación

## VARIABLES CATASTRALES

En este acápite se analizan las particularidades de la administración local de cada sector del territorio, lo

cual se separa en lo particular y lo social. Con relación a lo particular, se tiene el catastro predial, que individualiza a los propietarios de cada sector privado de la comuna. En lo público, se tiene la gestión de los bienes nacionales de uso público, lo cual debe articularse eficientemente con la gestión de los bienes de uso privado.

En lo territorial, se tiene la comarcalización del territorio comunal, tratado globalmente como un conjunto de actores con una identidad global, que comprenden y actúan sobre un territorio dado que a su vez tiene también una identidad, sobre el cual se ejerce una gestión global. En el caso de la comuna de Santo Domingo corresponde a las Unidades Vecinales.

cual las actividades de producción se llevan a cabo con el propósito de satisfacer las metas del productor. Es, por lo tanto, un sistema orientado a alcanzar una meta. La sociedad espera que el agricultor al establecer sus propios objetivos promueva también el interés común.

El predio es un área acotada, legal o consuetudinariamente, lo cual incluye un espacio y posición y un tiempo dado, es decir, que puede ser representado temporal y geográficamente. El recurso natural está dado por la naturaleza contenida en el espacio acotado del predio, el cual ha sido apropiado por el agricultor y sobre el cual ejerce un dominio y control. La naturaleza apropiada, sobre la cual ejerce el dominio puede ser utilizada y transformada por quien tome las decisiones de artificialización.

### CATASTRO PREDIAL

El predio ha sido definido por Woermann (1959) como una unidad organizada de toma de decisiones, en la

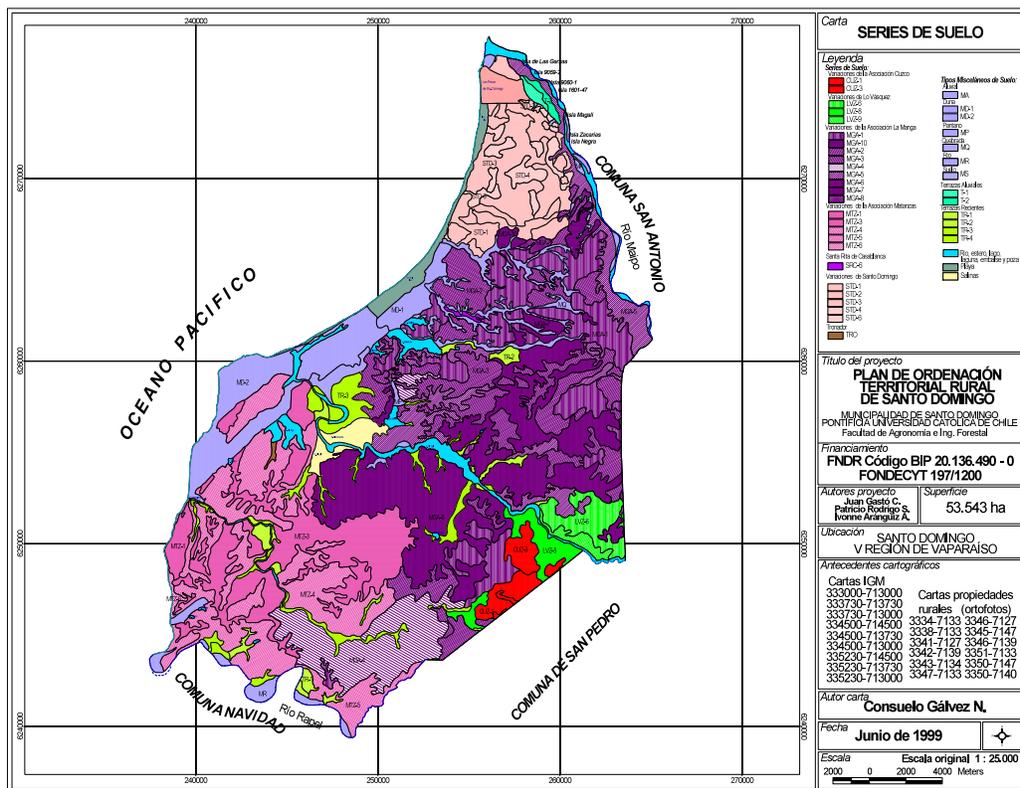


Figura 15. Series de suelo de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

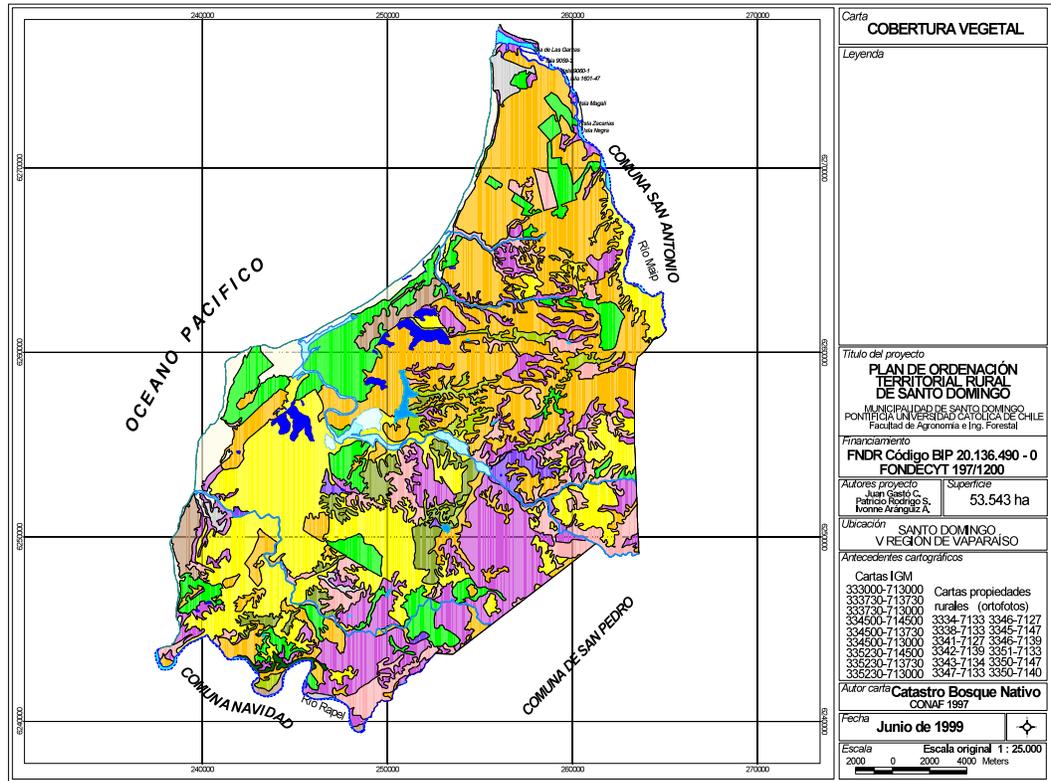


Figura 16. Cobertura vegetal de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

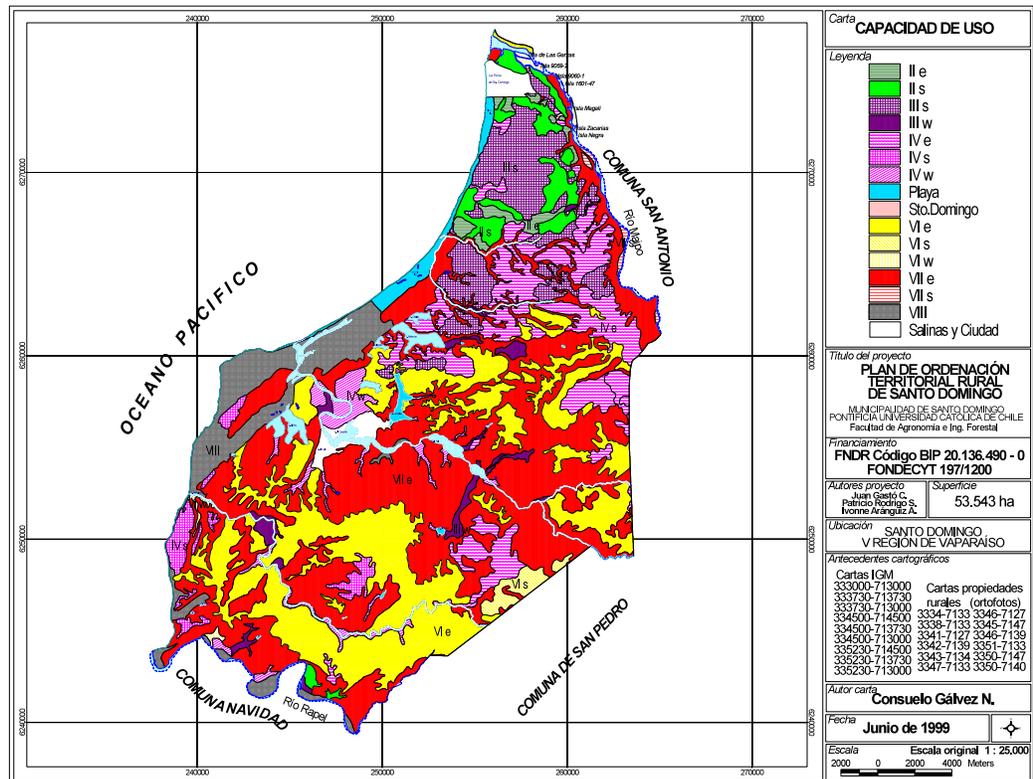


Figura 17. Carta de capacidad de uso de los suelos de la comuna de Santo Domingo, basado en información original de CIREN, según Gálvez (2000)

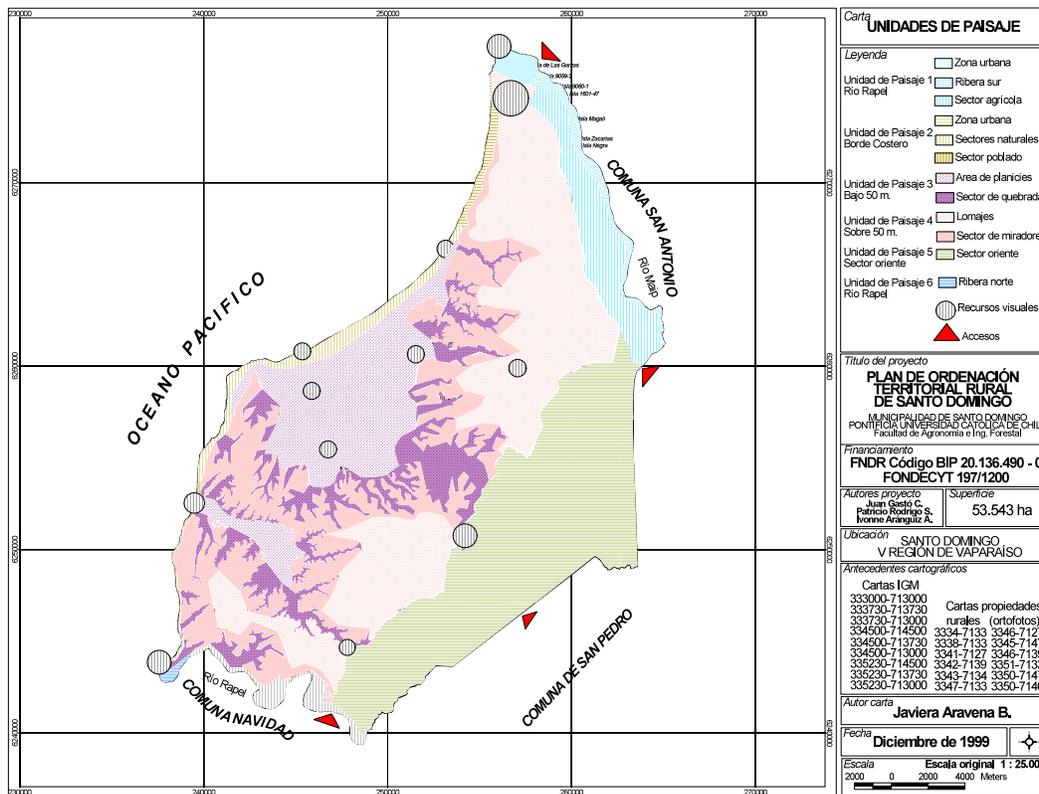


Figura 18. Carta de paisajes de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

El catastro predial contiene la información relativa de cada uno de los predios de la comuna y de sus propietarios. En la carta se indica su posición geográfica y su relación con los demás predios. Se indica su superficie y longitud del perímetro.

Las características prediales, en la escala comunal, pueden ser reconocidas y descritas al sobreponerse el

catastro predial sobre cada una de las cartas físicas del territorio. En esta forma puede reconocerse las series de suelo, las capacidades de uso y la cobertura vegetal predominante. Debe destacarse, sin embargo, que la descripción física que se haga de un predio en particular difiere de la descripción comunal, pues la escala de trabajo es más detallada.

#### Herramientas Empleadas

- Y Variables Físicas
- Y Variables de Uso
- Y Servicio de Impuestos Internos (SII)
- Y Archivos Bienes Nacionales
- Y Conservador de Bienes Raíces
- Y Servicio Agrícola y Ganadero
- Y Archivos Municipales
- Y Empresas, Organizaciones y actores Sociales
- Y Museos Arqueológicos, Historia Natural y de Archivos

VARIABLES CATASTRALES

#### Información Generada

- Y Catastro predial
- Y Bienes Nacionales: Catastro de Unidades Vecinales
- Y Unidades Vecinales
- Y Patrimonio: Arqueológico, Cultural

Figura 19. Herramientas empleadas en la caracterización de las variables catastrales del territorio comunal e información comunal generada (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

El catastro predial es de particular importancia, pues contiene las unidades administrativas privadas de la comuna, las cuales ejercen el dominio sobre el territorio físico. La transitividad desde lo administrativo a lo ecológico y viceversa es un proceso fundamental en la ordenación del territorio y en el desarrollo rural.

La información del catastro permite agrupar a los predios en función de su superficie, indicándose el número de predios en cada clase y la superficie acumulada de éstos. Los predios pueden agruparse de acuerdo con su tipología en: haciendas, fundos, parcelas, quintas, solares y eriales. En cada caso se describe la superficie total y el número de predios incluidos en cada clase.

También es posible agrupar a los propietarios en función de su vinculación al medio natural y al capital social y en relación con la dinámica natural y social (Gutman, 1985). Se establecen así nueve tipos de propietarios:

- a. La propiedad especulativa
- b. La gran empresa extrarrural extranjera
- c. La gran explotación de orden rural
- d. La empresa rural
- e. El pequeño productor no campesino
- f. El productor campesino
- g. El pequeño itinerante
- h. El colector

## **BIENES NACIONALES**

El Código Civil establece que los bienes nacionales de uso público son aquellos bienes que pertenecen a la nación toda y su uso a todos los habitantes de la misma; tales como calles, puentes, caminos, playas y mar adyacente. La legislación indica que al Ministerio de Bienes Nacionales le corresponde ejercer el control sobre la materia y que la administración de estos bienes debe ser entregada, de acuerdo con la ley Orgánica Municipal, a los municipios (Martínez, 1999).

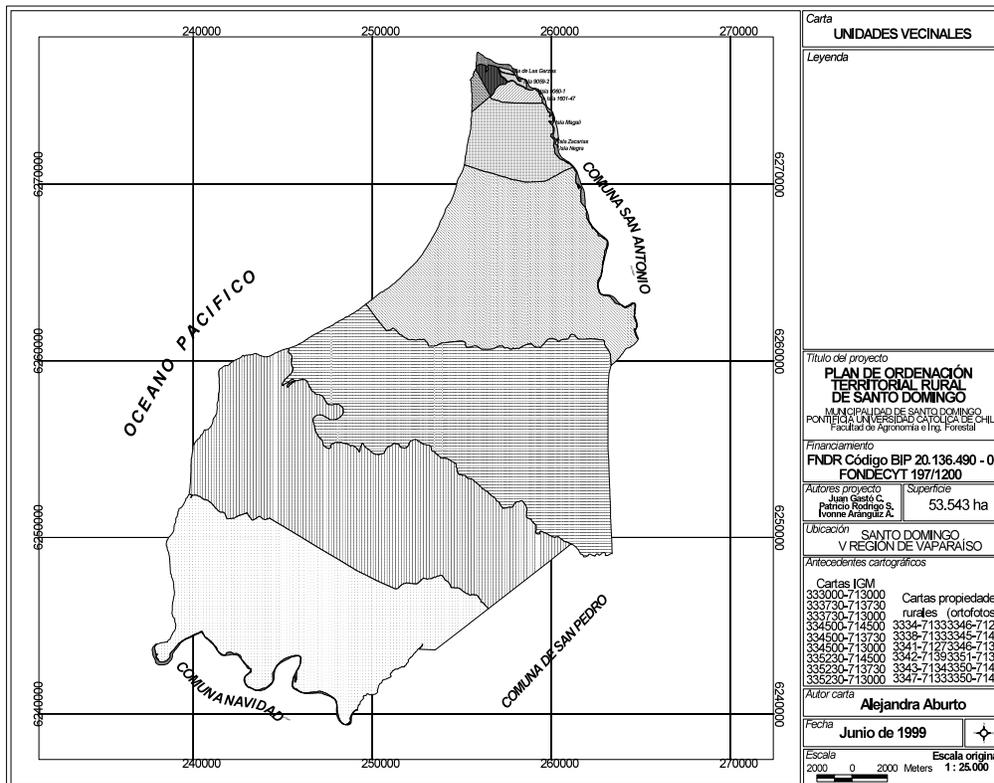
En Chile, el 32 % de la superficie nacional continental es de propiedad del Estado, la cual puede corresponder a bienes fiscales o a bienes nacionales de uso público. Al igual que en el caso del catastro de los bienes de propiedad privada, es necesario individualizar como predios identificados a cada uno de los bienes nacionales que existan en la comuna tal como cada: playa, sector vial, sector de borde costero, estuario, sector de ríos y lagos y, terrenos de cualquier índole que sea de propiedad pública.

Los bienes nacionales de uso público son esenciales para articular los bienes privados y en su conjunto articular globalmente al territorio.

Los espacios públicos, si están bien diseñados, construidos y gestionados, incorporan calidad de vida a la comuna y dan respuesta a las necesidades ciudadanas de producción, esparcimiento y vida social. En cada comuna se debe inventariar, clasificar y estructurar cada uno de los espacios públicos de acuerdo con sus características y las necesidades de la población. En escala municipal, por lo tanto, debe llevarse un catastro de los bienes del Estado, lo cual normalmente no ocurre. Se requiere, por lo tanto, estructurar una base de datos donde se lleven los registros correspondientes y elaborar la cartografía comunal respectiva.

## **UNIDADES VECINALES**

El territorio comunal rural puede dividirse, para su administración y desarrollo, en sectores específicos que presentan una identidad definida. Esta identidad debe ser de un grupo de actores que presentan una identidad definida por un origen histórico común, por una cultura, por un conjunto de tradiciones, o por relaciones comerciales o deportivas que les ha permitido mantener una identidad. Complementariamente, el territorio presenta también una cierta identidad y particularidades que lo hacen diferente de estos territorios en componentes tales como cobertura vegetal, geformas, hidrografía o cualquier otra. El conjunto de estas dos identidades, de actores y de territorio, constituye la comarca (Figura 20).



**Figura 20. Carta de Unidades Vecinales de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

En el caso de Chile, no ha existido en el ámbito organizativo de la administración pública una visión comunal del territorio (Durán, 1998). La organización se ha hecho solamente en torno a los grupos sociales tales como grupos deportivos, centros de madres o juntas de vecinos. Las unidades censales, por ejemplo, agrupan a la población desde un punto de vista social y no territorial.

La identificación y delimitación de estas unidades con una cierta identidad conjunta de actores y territorio no son esenciales para llevar a cabo actividades de ordenación territorial y de desarrollo rural. La organización del territorio y de los actores y su desarrollo requiere llevar a cabo acciones conjuntas relativas a salud, comercio, educación, cultura, agroindustria, deporte y otros, todas las cuales deben ser referidas a un territorio dado.

La comuna de Santo Domingo está estructurada en cinco Unidades Vecinales rurales, además de tres unidades urbanas. Estas unidades pueden ser consideradas como equivalentes a barrios rurales o comarcas. En estas Unidades se localizan las agrupaciones vecinales tales como: juntas de vecinos, agrupaciones habitacionales, centros de madres, centros-talleres, clubes deportivos, clubes de jardines, conjuntos folklóricos, centro de padres, centros de adelanto. También en estas unidades debieran agruparse empresas y centralizarse las actividades

municipales territoriales, para lo cual se requiere necesariamente potenciar el desarrollo de aldeas o villorrios.

En escala comunal, los bienes nacionales tanto de uso público como de uso privado, no han sido identificados ni reconocidos por la comunidad como tales. Se requiere identificar y localizar cada uno de ellos en forma específica tal como si se tratara de predios particulares individuales.

Cada uno de los bienes nacionales tal como: cada área urbana, cada camino, cada parque natural, cada playa, cada segmento del borde costero, cada estuario, cada laguna y cada borde de río, entre otros, debe ser administrada individualmente y recibir un tratamiento específico.

En cualquier país desarrollado, es de la mayor importancia articular la gestión de los bienes privados y los nacionales de uso privado con los bienes nacionales de uso público. Para el sector privado, el desarrollo y articulación con los bienes de uso público, es de vital importancia para lograr el mejoramiento global del entorno, de la calidad de vida y del territorio como un todo. Se daría un gran paso si se lograra eventualmente gestionar los bienes de uso público en el ámbito local e integrar su utilización con los bienes y actores privados y sociales.

El municipio y las corporaciones de desarrollo comunal deben jugar un papel importante en la gestión global del territorio y en la articulación de los bienes privados, los bienes de uso público y la comarcalización de la comuna.

### PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

El territorio constituye un espacio socioculturalmente ocupado y construido, lo cual significa que como substrato físico del desarrollo mantiene una relación mutuamente influyente con la población que lo habita, y que genera una dinámica en la cual tanto la cultura como el territorio son continuamente reelaborados y ordenados. Para introducirse en la forma y estructura que adquiere el asentamiento de las antiguas culturas de la comuna, es primariamente necesario considerar la fuerte interrelación que estas poblaciones tenían con su entorno.

La variable medioambiental juega un papel trascendente para entender la naturaleza del poblamiento humano en la zona costera, pasando por el período Arcaico hasta el Agroalfarero Temprano, Medio y Tardío.

El ámbito litoral representó un núcleo de gran diversidad biótica. Se presentan dos hábitats que fueron densamente poblados, por ofrecer, a corta distancia, la más alta variedad de recursos silvestres en el área. Uno es el ámbito lacustre-litoral, conformado por lagunas cercanas al mar como El Peral, Matanzas y Bucalemu, con abundantes recursos vegetales (totales y juncales) y animales (coipo, garza, rana, tagua y peces de agua dulce). El otro, los ámbitos de desembocadura de ríos y esteros que suman a los recursos propios del litoral, terrazas litorales aptas para

cultivos, ya sea como agricultura incipiente o como horticultura; y se constituyen en vías naturales de desplazamiento hacia el interior.

En el período Agroalfarero tardío, los asentamientos corresponden a ocupaciones semipermanentes con incremento estacional de algunas en torno a la recolección de flora y fauna de origen marino. También parece posible que se haya dispuesto de terrenos con irrigación para cultivos.

No han quedado evidencias de estructuras habitacionales definidas. Se destaca, sin embargo, los restos de fogones asociados a restos alimentarios donde se presenta la arraigada utilización de camélidos en la dieta normal. Existen numerosos sitios arqueológicos del período agroalfarero tardío, los cuales se indican en la cartografía comunal.

La carta de Patrimonio Arqueológico indica la ubicación de los restos de los tres períodos más relevantes de la comuna: arcaica, alfarero temprano y alfarero tardío (Figura 22).

### CARACTERIZACIÓN SOCIAL

La caracterización social de la comuna se plantea sobre la base de componentes fundamentales:

- Los actores sociales.
- Las organizaciones comunales.
- Las relaciones actores, territorio y organismos.

La población que agrupa el territorio comunal se organiza social, cultural y laboralmente, para utilizar, gestionar y administrar el territorio comunal. Como tal, lo intervienen y modifican adecuándolo a sus necesidades, o bien degradándolo al extraer recursos e incorporar los desechos.



**Figura 21. Herramientas empleadas en la caracterización social de la comuna e información comunal generada (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

### ACTORES SOCIALES

Diferentes grupos sociales se encuentran en la comuna tanto en el área urbana como en la rural. Los grupos sociales corresponden a personas que presentan características socioeconómicas similares (Queron, 1998). Existen, por lo tanto, intereses convergentes en el interior de los grupos, aunque las personas no estén organizadas o vinculadas, ni hayan identificado metas comunes; y sin que se hayan necesariamente reconocido como pertenecientes a un grupo social particular.

Se reconocen los siguientes grupos:

- Habitantes del medio urbano. Son de dos tipos: los habitantes del medio social alto o medio que deciden instalarse en el balneario; y los habitantes de poblaciones levantadas hace menos de diez años, originarios del sector rural de la comuna o de otras comunas vecinas.
- Turistas. Representan un grupo de visitantes externos a la comuna. La mayoría son de medio social alto o medio y utilizan casas de condominios o de veraneo.

- Pequeños productores agrícolas y sus familias. Es el grupo más representado en la comuna. Se integra tanto el mismo productor como su familia. El origen campesino es un determinante fuerte.
- Medianos y grandes productores. Se dedican a la agricultura empresarial en hijuelas de antiguas haciendas o en fundos que tienen un tamaño de 400 a 2.000 hectáreas.
- Empleados de fundos. Se dedican a tiempo completo al trabajo del fundo o hijuela. Viven dentro del predio o en sus inmediaciones. Se distinguen los mandos medios como

administradores y capataces; y los trabajadores del campo.

- Funcionarios. Son personas que desempeñan actividades específicas en el medio rural comunal. En esta categoría se tiene a los maestros rurales y a los funcionarios de los predios.
- Nuevos habitantes rurales. Son inmigrantes al medio rural por razones de conveniencia o por necesidad de naturaleza, pero no desarrollan actividades en el campo. Se trasladan a los medios urbanos.

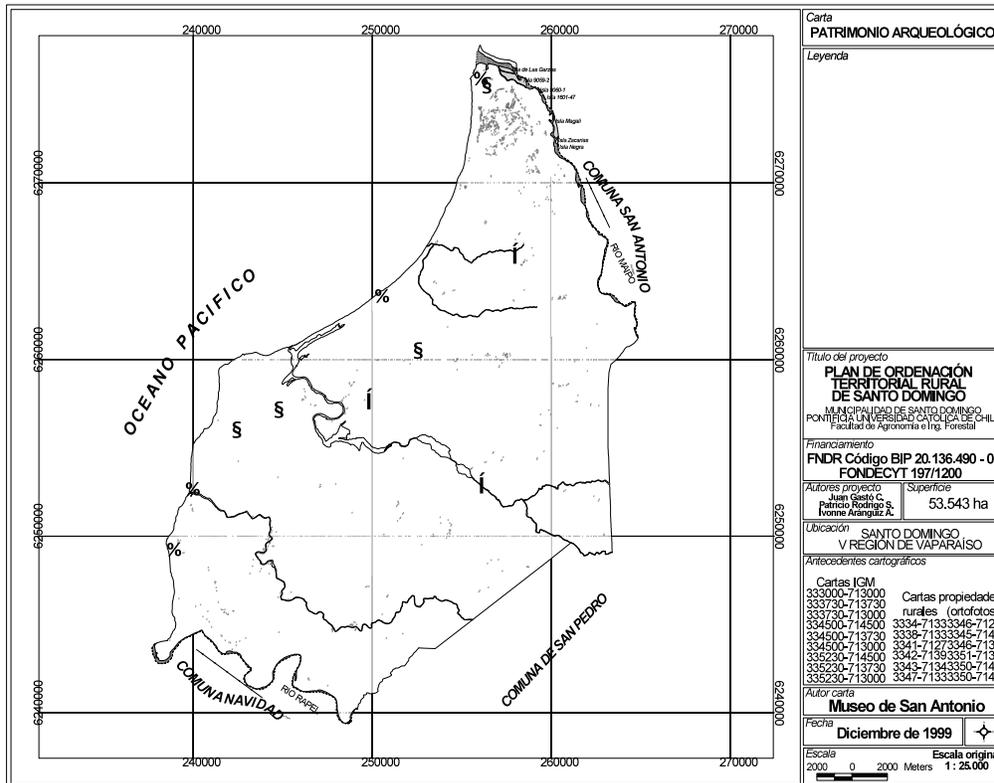


Figura 22. Carta de patrimonio arqueológico de la comuna de Santo Domingo (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

### ORGANIZACIONES COMUNALES

Las organizaciones están constituidas por personas que se agrupan para lograr un fin común, dándose reglas comunes de funcionamiento y una organización propia. Existen en la comuna 59 organismos de derecho privado, sin fines de lucro; entre los que se tiene:

- Juntas de vecinos;
- Agrupaciones habitacionales;
- Centros de madres;
- Centros-talleres;
- Clubes deportivos;
- Agrupaciones culturales;
- Club de jardines;

- Club de rodeo;
- Conjunto folclórico;
- Centro de padres;
- Comité de adelanto.

Entre las organizaciones de derecho privado con fines de lucro se tiene:

- Empresas ganaderas de animales en confinamiento;
- Empresas de áridos;
- Empresas madereras;
- Vivero de plantas;
- Comercialización de productos agrícolas;
- Promoción de desarrollo social.

Entre las organizaciones de derecho público se tiene:

- Municipalidad;
- Organismos del estado: INDAP y CONAF;

- Escuelas rurales;
- Postas rurales.

rurales, postas, obras públicas y carabineros, entre otros. Las relaciones entre ellos aparecen indicadas en la Figura 23.

## RELACIONES ENTRE ACTORES, TERRITORIO Y ORGANISMOS

Las relaciones entre el territorio con los actores y organismos, como componentes humanos y social, constituyen un elemento fundamental del paisaje rural. Los actores rurales se agrupan en tres categorías: la población rural permanente, los actores de origen externo y, el sector público.

Los grupos más representativos de la población rural son: los pequeños productores y sus familias, los medianos y grandes productores agrícolas y los empleados de fundos. Los actores de origen externo son: la población flotante de turistas, las sociedades inmobiliarias y las empresas agroindustriales. En el sector público se tiene INDAP y CONAF, Escuelas

## ASPECTOS LEGALES

### DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL MARCO JURÍDICO NACIONAL REFERIDO A LA ORDENACIÓN TERRITORIAL

Desde el punto de vista institucional, en Chile existe un régimen republicano y su Estado es unitario. Sin perjuicio de ello, su territorio se divide en regiones, estableciéndose en la Constitución Política de la República, que "la ley propenderá a que su administración sea funcional y territorialmente descentralizada".

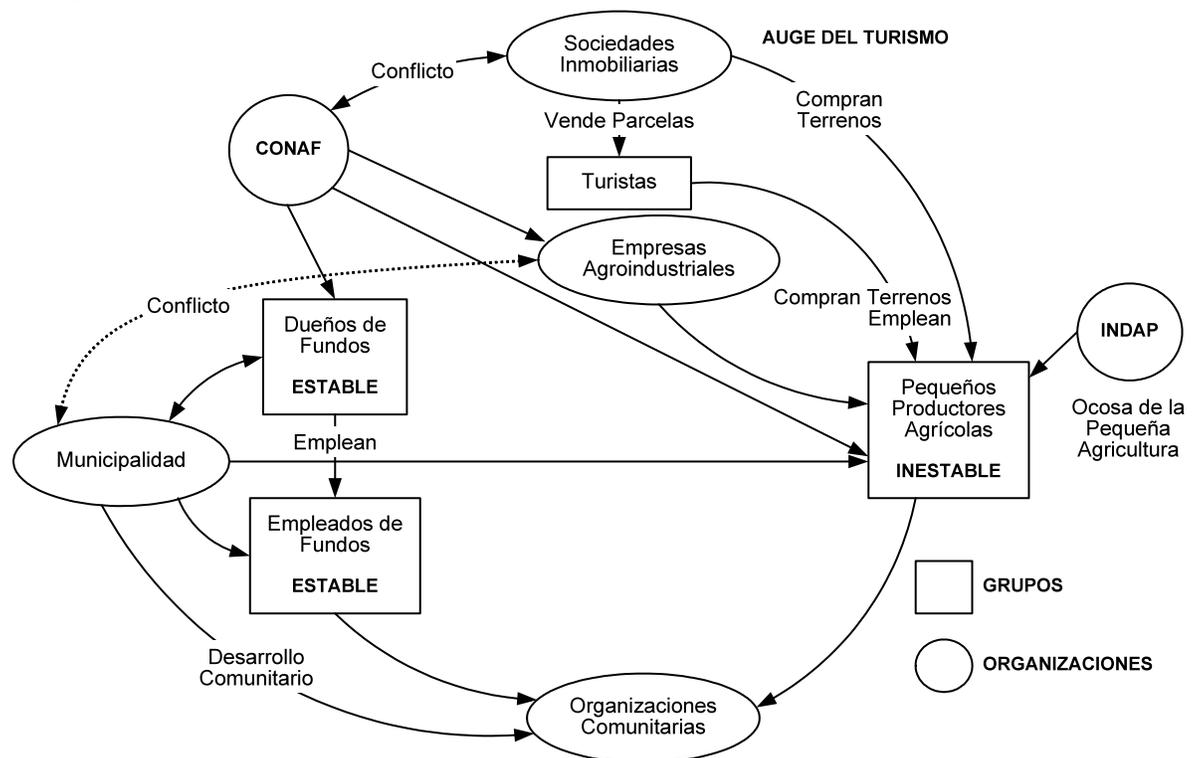


Figura 23. Esquema de la relación entre los actores sociales y el territorio de la comuna de Santo Domingo (Queron, 1998)

Ello significa que la mayoría de las normas jurídicas que rigen las actividades económicas nacionales emanan de unos mismos poderes, ya se trate del Congreso Nacional, en el caso de las leyes, o bien del Presidente de la República, tratándose de reglamentos o decretos supremos<sup>3</sup>.

Por su parte, la administración del Estado recae en el Presidente de la República, extendiéndose su autoridad

a todo cuanto tiene por objetivo la conservación del orden público en el interior y la seguridad externa de la República, correspondiéndole el ejercicio de las atribuciones especiales del Artículo 32 de la Constitución.

Sin perjuicio de ello y en lo que constituye una expresión de la descentralización que la Constitución promueve, existen determinados organismos del Estado dotados de potestades normas, cuyo ejercicio, en todo caso, debe respetar el marco constitucional sustantivo. En materia de ordenación territorial se

<sup>3</sup> Gonzalo Cubillos, Abogado

encuentran algunos organismos públicos dotados de tales potestades como por ejemplo la facultad de los Gobiernos Regionales de aprobar los planes reguladores intercomunales y los planes reguladores comunales, del modo que se indica más adelante.

En tal orden de ideas, quien ejerza potestades normativas debe respetar tanto el principio de legalidad, como el conjunto de garantías constitucionales que la Carta Fundamental asegura a todas las personas.

El principio de legalidad se recoge en los artículos 6 y 7 de la Constitución, estableciendo este último que:

*“Los órganos del Estado actúan válidamente previa investidura regular de sus integrantes, dentro de su competencia y en la forma que prescriba la ley.*

*Ninguna magistratura, ninguna persona ni grupo de personas pueden atribuirse, ni aún a pretexto de circunstancias extraordinarias otra autoridad o derechos que los que expresamente se les hayan conferido en virtud de la Constitución o las leyes.*

*Todo acto en contravención a este artículo es nulo y originará las responsabilidades y sanciones que la ley señale.”*

Por su parte, el ejercicio de las potestades públicas también tiene como una limitación el conjunto de las garantías constitucionales que se reconoce en el capítulo III de la Constitución.

Resultan de interés las garantías que conforman lo que se ha denominado el orden público económico, constituido por las garantías del derecho de propiedad; el derecho a desarrollar cualquier actividad económica; la garantía de legalidad tributaria y, que los tributos no pueden ser manifiestamente desproporcionados o injustos; el derecho a la propiedad; y de manera general, la igualdad ante la ley. Asimismo, resultan relevantes la garantía constitucional referida al derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación; y la garantía relativa a la seguridad de que los preceptos legales que por mandato de la Constitución regulen o complementen las garantías que ésta establece o que las limiten en los casos en que ella lo autoriza, no podrá afectar los derechos en su esencia, ni imponer condiciones, tributos o requisitos que impidan su libre ejercicio.

Dichos derechos constitucionales conforman un todo coherente, que definen y delimitan el ámbito de la actividad privada. De manera general, se consagra la libertad individual y el derecho a emprender, derechos limitados por el ejercicio no abusivo de los mismos, sus propias restricciones y por el respeto de las demás garantías constitucionales.

De manera particular, el derecho a desarrollar cualquier actividad económica, cuyo ejercicio incide

en la ordenación territorial de la nación, debe sujetarse a las leyes que rigen las actividades específicas, entre otras, la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Por su parte, respecto del derecho de propiedad, la Constitución establece que la ley podrá establecer limitaciones y obligaciones que deriven de su función social, la que comprende cuanto exijan los intereses generales de la Nación, la seguridad nacional, la utilidad y la salubridad públicas y la conservación del patrimonio ambiental.

Además, respecto de ambos derechos cabe tener presente lo dispuesto en el Artículo 19 N° 8 de la Constitución, el cual asegura a todas las personas:

*“El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente.”*

Es decir, a efectos de propiciar una ordenación territorial que sea coherente con políticas de sustentabilidad ambiental, la normativa constitucional permite que mediante normas de rango legal se establezcan limitaciones y restricciones al ejercicio de determinados derechos a fin de proteger el medio ambiente.

Con todo, cabe tener presente que la posibilidad de establecer restricciones a determinados derechos puede significar que entren en conflicto el derecho a proteger el medio ambiente con otros derechos constitucionales, situación que, en general, se supera armonizando el respeto de todos los derechos, siendo contraria a la Constitución una interpretación que permita que el ejercicio de un derecho pueda importar la anulación de otro, salvo en los casos en que aquélla expresamente autorice el establecimiento de alguna limitación (Lavín, 1993)

Es precisamente esta situación la que ocurre en materia ambiental. En, efecto, como ya se indicó, el citado Artículo 19 N° 8 de la Constitución permite, en su inciso final, que *“la ley puede establecer restricciones específicas a determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente”*, que en el caso del derecho de propiedad se hace aún más manifiesto, al disponer que una las causas que permiten establecer limitaciones y obligaciones a la propiedad es la conservación del patrimonio ambiental.

Con todo, para que dichas limitaciones sean válidas, se requiere que ellas cumplan los siguientes requisitos:

- a. Sean establecidas por ley, y no por autoridad administrativa.

- b. Que establezcan restricciones y no supresiones de los derechos afectados. En otras palabras, que no se afecte en su esencia el derecho limitado.
- c. La posibilidad de establecer restricciones se concibió con un criterio restrictivo, en el entendido que no todos los derechos garantizados constitucionalmente pueden ser limitados.
- d. Finalmente, para que tales restricciones sean válidas, ellas deben ser específicas, es decir, no se admite la posibilidad que se le autorice a la autoridad, de modo genérico, a adoptar medidas de protección ambiental.

Atendido lo anterior, son numerosos los casos en que los Tribunales han ratificado decisiones de la autoridad adoptadas en cumplimiento de su deber de velar porque el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza, entre ellas algunas referidas a ordenación territorial, obviamente en la medida que su actuar tenga una base legal.

Sin embargo y, probablemente en este punto está la mayor dificultad, tal disposición debe complementarse con lo dispuesto en el N° 26 del Artículo 19 de la Constitución, el que indica:

**Artículo 19 N° 26.** (Se asegura a todas las personas) “La seguridad de que los preceptos legales que por mandato de la Constitución regulen o complementen las garantías que ésta establece o que las limiten en los casos en que ella lo autoriza, no podrá afectar los derechos en su esencia, ni imponer condiciones, tributos o requisitos que impida su libre ejercicio.”

En relación con el alcance de esta disposición, se ha indicado que “es indudable que corresponderá al Tribunal Constitucional – durante el proceso de formación de la ley – o a la Corte Suprema, conociendo de un recurso de inaplicabilidad por inconstitucionalidad, determinar cuándo se ha configurado alguna de las hipótesis previstas en el precepto. Ha dicho el Tribunal Constitucional que un derecho es afectado en su “esencia” cuando se le priva de aquello que le es consustancial, de manera tal que deja de ser reconocible y “que se impida su libre ejercicio” en aquellos casos en que el legislador lo somete a exigencias que lo hacen irrealizable, lo entran más allá de lo razonable o lo privan de tutela jurídica (sentencia de 24 de noviembre de 1987, R., t.84, sec.6°, pág. 4), (Verdugo *et al.*, 1994)

En este contexto, uno de los principales conflictos de interpretación tiene relación con el alcance fáctico de la función social del derecho de propiedad, en particular cuando se aducen razones de “conservación ambiental”. En efecto, relevante es determinar el umbral de cuándo una medida adoptada por la autoridad es una limitación al derecho de propiedad, y cuándo se transforma en una expropiación.

Con todo, una segunda cuestión sobre el particular es definir si una limitación del derecho de propiedad debe ser indemnizada o no. Sobre ello la Constitución Política nada dice, a diferencia de lo referido a la expropiación en que el pago de la indemnización debe hacerse en forma previa a la toma de posesión del bien expropiado.

Es decir, tanto respecto del derecho a desarrollar cualquier actividad económica como del derecho de propiedad, la Constitución permite que tales derechos sean regulados por normas de rango legal, permitiéndose que se les impongan limitaciones o restricciones basado en razones de protección ambiental, siendo discutible el alcance de los mismos.

Expuesto que es posible que el Estado ejerza potestades normativas en el ámbito de la ordenación territorial, con sujeción al principio de legalidad y, respetando los derechos constitucionales que la Constitución asegura y protege, es necesario analizar el marco jurídico que rige tal materia, incluyendo los aspectos institucionales.

Al respecto, cabe indicar, primeramente, que la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) constituyen los principales cuerpos legales, sobre la materia, en tanto que al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a los Gobiernos Regionales y a las municipalidades, les corresponde su aplicación de manera principal.

En dicha ley se distinguen cuatro ámbitos de planificación, a saber, la planificación nacional, la planificación regional, la planificación intercomunal o metropolitana y, la planificación comunal.

Tanto la planificación nacional como la regional, expresándose esta última en los Planes Regionales de Desarrollo Urbano, no son obligatorias para los particulares, sino que sólo indicativas. Ello queda claramente expuesto en la medida que el Plan Regional de Desarrollo Urbano sólo contiene lineamientos estratégicos referidos a grados de habitabilidad del territorio, estructuración y jerarquía de los sistemas y subsistemas de centros poblados, sus áreas de influencia recíproca, sus relaciones gravitacionales, sus metas de crecimiento, prioridades y oportunidades de inversión en infraestructura sanitaria, vial, energética, de comunicaciones, de equipamiento y otros.

Por su parte, la planificación intercomunal o metropolitana se refleja en el Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano, en tanto que la planificación comunal en el Plan Regulador Comunal. Ambos instrumentos de planificación son prescriptivos, es decir, obligatorios, ya que así lo establece de manera perentoria el Artículo 29 de la LGUC, que indica que “*estos instrumentos,*

*sancionados por la autoridad correspondiente, tendrán fuerza legal en su aplicación, incluso para las reparticiones públicas”.*

Al respecto, es preciso señalar que no obstante que no existen definiciones sobre el particular, puede indicarse que todos los suelos, desde el punto de vista de su planificación territorial, son primariamente suelos rurales. Pasarán a ser suelos urbanos en la medida que sean objeto de regulación por algún instrumento de ordenación territorial establecido en la LGUC.

Así, constituyen suelos urbanos aquellos delimitados mediante el límite urbano, que de acuerdo con el Artículo 52 de la LGUC constituye la línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto de las áreas comunales.

Tal límite urbano puede fijarse mediante un acto administrativo que sólo defina a aquél, o bien en el contexto de los planes reguladores intercomunales o metropolitanos y los planes reguladores comunales. En consecuencia, las áreas delimitadas por dicho límite urbano, o reguladas por los planes indicados recién, constituyen áreas urbanas, ya que forman parte de instrumentos de planificación urbana. En consecuencia, las zonas del territorio no reguladas por ellos constituyen zonas rurales.

El hecho que los planes intercomunales abarquen zonas rurales, constituye una contradicción aparente, ya que ellos regulan el desarrollo físico de áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana.

El instrumento de Ordenación Territorial Rural, requiere una base legal sustentadora para lograr una armonización entre lo urbano y lo rural. Para ello es necesario poder evaluar una serie de leyes que harán posible un manejo territorial adecuado; esta legalidad debe ser aplicada en forma de ordenanzas o normativas venidas desde las instancias territoriales menores, los Municipios.

Una de las alternativas actuales de obtener un desarrollo territorial planificado es a través de los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO), en el que se buscan las orientaciones de la comuna como desarrollo en el transcurso de a lo menos 5 años.

En el caso de los municipios rurales que tienen una superficie rural considerable, un PLADECO debe ser orientado hacia las zonas rurales, como el caso de la comuna de Santo Domingo; y, para ello una Ordenación Territorial Rural se transforma en una base para poder organizar, planificar y administrar correctamente su territorio con el fin de aumentar el crecimiento comunal (Vásquez, 1999).

Uno de los efectos más notorios dentro del manejo territorial rural son los planos intercomunales, que tienen claro efecto sobre la superficie rural en cuanto a la futura expansión urbana, ya que considera las variables físicas que se unen dentro de los planos reguladores comunales, siendo este instrumento el que actualmente norma los espacios territoriales rurales dentro de cualquier provincia del país.

Pero estos planos de transformación territorial pueden verse beneficiados si se considera el valor que tiene cada comuna en relación con la ruralidad y territorialidad, siendo un claro ejemplo de ello lo que está buscando la comuna de Santo Domingo, la que está tratando de ser una “Comuna Parque”, pero para ello se necesita algo que pueda llevar a ese fin y que sea perdurable en el tiempo; es decir, un sistema de ordenanzas que le permita a una autoridad edilicia el poder administrar correctamente los recursos y potencialidades que cuenta su comuna y así obtener un desarrollo comunal armónico, en donde lo rural y lo urbano tengan un crecimiento homogéneo.

Una de las salvedades que cuenta el sistema legal hoy en Chile es que existe un gran amparo para todo lo que es expansión urbana, pero poco o nada para lo que es el correcto uso del suelo y el uso múltiple del territorio rural, pues sólo se considera lo que es manejado desde el punto de vista urbano. Sin embargo, existe una serie de leyes que permiten que el Instrumento de Ordenación Territorial Rural sea efectivamente aplicado.

Por estas razones, se debe tratar de articular las leyes que permitan validar el Instrumento de Ordenación Territorial Rural; para que así sea aplicable a cualquier comuna que posea espacio rural, permitiendo de este modo que se obtenga un desarrollo comunal adecuado a sus potenciales y recursos en correcta administración y explotación; sirviendo como un orientador político y de gestión de las autoridades edilicias.

En el Cuadro 2 se mencionan los distintos instrumentos y normas jurídicas sectoriales vigentes en Chile con incidencia en la ordenación territorial:

A continuación se mostrarán algunas reseñas de las normativas más representativas dentro del sistema jurídico con implicancia territorial y ambiental.

## **SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO**

Existe la necesidad de contar con un Sistema de Información Geográfico (SIG) comunal que sea suficientemente detallado y compatible con las necesidades y demandas comunales. Los problemas comunales deben ser planteados y resueltos en la escala de espacio y de tiempo correspondiente al municipio, lo cual implica:

- Contar con una cartografía politemática detallada que represente multidimensionalmente al territorio comunal, a los actores sociales y a las infraestructuras y su organización topológica
- Organizar una matriz de datos comunales en un sistema computacional de manera de facilitar su acceso y mantención de información.

**Cuadro 2 Algunas normas con relevancia en la Ordenación Territorial Rural a Escala Comunal.**

<b>Tema de la Norma</b>	<b>Norma</b>
Regulación del Bosque	LEY 4.363, D.L 701
Cambio de Uso del Suelo	DFL 458, D.L 3.516 & LEY 18.695
Borde Costero	D.S 296 & D.S 884
Fomento a Obras de Riego	LEY 18.450
Tierras Indígenas	LEY 19.253
Áreas Silvestres Protegidas	LEY 18.362
Áreas de Humedales	D.S 971
Regulación de Actividad Agrícola	LEY 18.378
Ley Orgánica Municipal	LEY 18.695
Protección del Patrimonio Arqueológico	LEY 17.288
Protección del Paisaje Rural	D.S 660 & D.S 439
Saneamiento de Títulos	LEY 1.939
Desarrollo Territorial Armónico y Equitativo	Constitución Política del Estado de Chile
Medio Ambiente	LEY 19.300
División de Predios Rústicos	D.L 3.516, D.S 718 & D.L 1.305
Área de importancia Turística	D.S 718

Fuente: Los Autores

Actualmente, los complejos problemas comunales, deben formularse en su imagen ecosistémica, lo cual requiere contar con una detallada y multivariable cartografía, complementada con la representación numérica del fenómeno; fundamentalmente como un ecosistema. La solución de los problemas comunales debe ser informada y no simplemente basada en opiniones o conjeturas.

Los problemas específicos pueden requerir de información adicional, para lo cual es necesario complementar la información contenida en la base de datos original con los otros requerimientos del modelo.

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) se pueden definir como herramientas integradoras, capaces de almacenar, sistematizar y modelar datos georreferenciados del mundo real en medios computarizados, con diversos objetivos y, convertir estos datos en información útil para la toma de decisiones y planificación de los recursos.

Un SIG no es solamente un software, es una herramienta que se encuentra ligada a la organización del ámbito disciplinario donde se desea aplicar, con la cual interactúa y en muchos casos condiciona; esto último con la finalidad de lograr mayores grados de eficiencia, especialmente en los niveles de creación, toma y actualización de datos.

Los SIG se han introducido en todas las disciplinas con una vertiginosa velocidad, apoyando los procesos de investigación y conocimiento del territorio, especialmente de las variables bióticas y abióticas que intervienen en los diferentes procesos, posibilitando, al

mismo tiempo, la disponibilidad de información más oportuna y objetiva.

En el campo de los recursos naturales, especialmente en las disciplinas agroforestales, son utilizadas con diversos fines, que van desde la creación de cartografía de los recursos, hasta la elaboración de modelos complejos y múltiples, los que debidamente integrados permiten la planificación agrícola y forestal: catastros de cultivos, catastros de bosques, simulación de incendios forestales, distribución óptima de recursos, trazado de caminos, diseño de rutas óptimas, optimización de estudios de mercado de productos agrícolas, evaluación de impactos ambientales, planes de manejo, mapas de sitios forestales, son algunos de los ejemplos.

#### DEFINICIÓN

La primera pregunta que surge al relacionarse con los sistemas de información hoy en día es qué es un SIG; para comprenderlo, es necesario acercarse con criticidad a un concepto que entregue claridad desde la partida. Con este fin, se revisan algunas reflexiones que se encuentran en la literatura clásica.

Un SIG en forma literal es un Sistema de Información Geográfica; si se entiende qué es un sistema de información y los datos que maneja la geografía, la definición resulta medianamente clara. No obstante, a veces no es tan claro comprender cuáles son los datos que maneja la geografía, salvo que son datos del territorio, a los que se les conoce su ubicación en el espacio mediante un sistema de referencia cartográfico. Esto último, para todos los que trabajan en los recursos naturales resulta comprensible, pero ¿todos los datos que

se encuentran en el territorio le pertenecen o son propios de la geografía? Por ejemplo, un cultivo con determinada especie y producción media anual conocida, un rodal de *Pinus radiata* de determinada edad, con raleos y podas, ¿son datos geográficos por el solo hecho de conocer de ellos la ubicación espacial en un sistema de coordenadas?; por lo menos a algunos les puede resultar discutible. Por otro lado, no hay duda que esta definición nada explica y deja toda la información implícita.

Definiciones clásicas:

- “Un conjunto de procedimientos manuales o informáticos, usado para almacenar y manipular datos geográficamente georreferenciados”.
- “Un poderoso conjunto de herramientas para recoger, almacenar, recuperar, transformar y mostrar datos espaciales del mundo real”.
- “Un sistema de apoyo a la toma de decisiones que conlleva la integración de datos espacialmente referenciados en un entorno de resolución de problemas”.
- “Colección integrada de hardware, software, datos y liveware que funciona en un contexto institucional”.

Todas estas definiciones difieren entre sí, lo que indica que el consenso en un punto tan básico no se ha alcanzado, no siendo posible tampoco relativizar el problema diciendo, como algunos plantean, que no se puede dar una definición universal de SIG y que cada usuario tome la que desee. Lo grave en ello es la disparidad de criterios. El conocimiento de la disciplina y su avance requiere la discusión en profundidad de estas cuestiones básicas.

Se puede decir por lo pronto que la definición de SIG tiene a lo menos tres acepciones distintas (Rodríguez, 1993):

- La primera es el SIG como disciplina. En este caso es una ciencia aplicada que se ocupa de todo lo referente a los proyectos SIG; en este sentido se habla de experiencia SIG, cursos sobre SIG, libros sobre SIG.
- En segundo lugar, SIG como proyecto, que es cada una de las realizaciones concretas de la disciplina SIG.
- SIG como software, se llama SIG a los programas que existen en el mercado para establecer un SIG.

De las definiciones dadas, la más adecuada corresponde a la primera; no obstante, siendo la más utilizada no es completa. Si juntamos algunas de las definiciones descritas, se podría decir que un SIG es un conjunto de medios integrados y métodos informáticos, capaces de recoger, verificar, intercambiar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar y mostrar, datos espacialmente referenciados.

Este resultado es bueno. Sin embargo, tiene el acento en las funcionalidades del SIG; no indica o alude al significado de las tareas que se realizan, lo que es fundamental en toda actividad del hombre. De alguna forma se está diciendo que un SIG es un ente complicado. De ahí que sea importante el acercamiento que se plantea por otros autores en el sentido de enfatizar lo que realiza el hombre con el SIG y no las funcionalidades. Una de estas definiciones es la que entrega el NCGIA (1990), que define el SIG como: “Un sistema de hardware y software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos, espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión”.

En otras palabras, podemos decir, a modo de síntesis, que un SIG es un modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia cartográfico, creado y manejado mediante herramientas computacionales y establecido para satisfacer determinados objetivos y necesidades de información del territorio, capaz de responder un conjunto de preguntas específicas, que a la vez pueden ser dinámicas.

Desde esta definición, se entiende al mundo real (Figura 1) como el sujeto de estudio que se puede expresar en diversas capas o niveles de información, las que a su vez se pueden integrar y analizar con otros datos provenientes de diversas fuentes como sensores remotos, bancos de datos, plataformas recolectoras de datos, entre otros.

Todo este conjunto de datos es entonces posible de integrar bajo una concepción de modelo territorial y, que una vez obtenido, posibilita la realización de un conjunto de preguntas dirigidas a los elementos de una misma capa de información o entre los elementos de distintas capas. Todo ello origina un conjunto de respuestas que posibilitan aplicaciones específicas.

Las herramientas para realizar estas funciones se encuentran debidamente diseñadas e integradas y es lo que constituye la capacidad de análisis de los software, a las que se suman en muchas ocasiones interfaces programadas específicamente para satisfacer una determinada aplicación.

Las preguntas a ser contestadas, pueden ser de diferentes tipos, como por ejemplo: ¿cuál es la superficie accesible de renoval de roble de la Séptima Región, según las siguientes restricciones: i) que se encuentre a no más de 500 metros de los caminos secundarios? ii) a más de 20 metros de los cursos de agua? iii) en zonas con menos de 45 % de pendiente y a altitudes menores a los 700 msnm? (Castro, 1991); ¿cuáles son los productos agrícolas de mayor rentabilidad que se pueden sembrar en una zona, considerando la accesibilidad y la distancia a los centros de consumo?; ¿cuál es la distribución y

superficie total de trigo en la comuna de Cauquenes?; ¿cuál es el camino óptimo que debe tener el trazado de un canal de regadío para abastecer la totalidad de los predios bajo la cota de riego en un determinado lugar?.

Todas las respuestas pasan necesariamente por la organización de un sistema que genere datos y conocimientos, capaz de articular el mundo real con el de la administración e informática. Una forma de entender con mayor certeza la herramienta SIG, es comprenderla como parte de los Sistemas Territoriales, es decir, como el instrumento articulador de los actuales diseños de modelamiento territorial.

Desde hace décadas, en diversos países e instituciones, se han generado aproximaciones conceptuales para abordar el diagnóstico y análisis de determinados espacios geográficos, a fin de determinar su potencialidad de uso y orientar hacia una gestión sustentable de los mismos.

Los Sistemas de Información Geográfica, al procesar información cartográfica, que maneja por una parte la georreferenciación de los elementos del territorio y sus interrelaciones topológicas y, por otra, los datos de atributos que identifican y describen sus características, se han constituido en una herramienta de primer orden para la definición y gestión de un territorio y sus recursos.

Los Sistemas Territoriales son la respuesta dada por el hombre a la necesidad de clasificar y diferenciar el espacio en el cual desarrolla sus actividades, con la finalidad de definir la potencialidad de uso y posterior gestión sustentable. Esta técnica se originó hace más de dos décadas, principalmente en Inglaterra y Australia, e implica subdivisiones espaciales de las áreas que tienen atributos comunes, diferenciándolas de las áreas adyacentes. Los rangos de tamaño van de sólo unas decenas a cientos de km<sup>2</sup>. Por lo general, dentro de un sistema de tierras, es usual la recurrencia de patrones de topografía, suelos y vegetación.

La diferenciación se logra en primer lugar, reconociendo las combinaciones específicas de elementos de la naturaleza física o de las condiciones culturales y humanas que otorgan los rasgos característicos a las diferentes porciones de la superficie a analizar. La descripción sistemática de tales combinaciones constituye los llamados patrones (patterns) espaciales.

Así, la recurrencia y la reproductibilidad de los elementos constituyen dos de los principios básicos para clasificar sistemas de tierras. La recurrencia implica que cuando estos elementos interactúan en órdenes de magnitud determinadas, es posible observar áreas similares en forma regular o recurrente dentro de las categorías clasificatorias mayores reproducibles, definiendo sistemas y subsistemas que se caracterizan por presentar la mayor frecuencia de unidades bajo

características que implican una combinación específica y genérica.

Hay consenso en que las geoformas son elementos claves en la cartografía de tierras, pero con carácter integrador de otros elementos naturales o antrópicos que se relacionan funcional y estructuralmente en una unidad espacial de tipo local.

Consecuentemente, no sólo se trata de aportar las variables claves para identificar y clasificar un territorio, sino que además, proporcionar las variables o atributos que faciliten las interacciones que van reconstituyendo la naturaleza compleja de los lugares y brindando oportunidades de uso racional y manejo sustentable de los recursos renovables o no renovables.

En la actualidad, en Australia e Inglaterra, existe un gran desarrollo de los Sistemas de Información Territorial, los que se estructuran en torno a la representación cartográfica de límites prediales (rurales y urbanos), adicionándose a ellos información demográfica y socioeconómica. La orientación principal en esta fase de desarrollo (superada la fase de diagnóstico y conocimiento de potencialidades y recursos) es hacia la administración de gobiernos locales y solución de problemas urbanos y rurales. El mayor desarrollo y avance se ha producido a través del CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), organismo que viene trabajando en el tema desde la década de 1960, creando software y modelos para el trabajo con Sistemas Territoriales. Experiencias similares han surgido en los últimos años en diversos países europeos como España, Francia e Italia, entre otros. En el caso de España sobresale los Sistemas de Información Territorial del Gobierno de las comunidades de Navarra, Cataluña, Andalucía y Aragón, entre otros (AESIG, 1993).

La motivación de conocer y monitorear el estado y las tendencias del paisaje se basa en el deseo de mantener un estándar adecuado del medio ambiente. Dicho estándar se fundamenta, por ejemplo, en el convencimiento que las propiedades que un ecosistema intacto posee, proveen de servicios a la sociedad y que ésta desea mantenerlo.

Preservar dichos valores requiere, a su vez, que se comprendan los vínculos entre estos servicios que se dan a la sociedad y, los patrones espaciales de los paisajes. Con esta perspectiva se ha formulado un conjunto de preguntas destinadas a identificar indicadores de un sistema de información para el monitoreo y evaluación ambiental. Algunas de ellas son las siguientes:

- ¿Cuál es la proporción y distribución geográfica de las cuencas u otras unidades naturales que aseguran una estabilidad y resiliencia aceptable?

- ¿Cuál es el número, área y distribución de los tipos de paisajes en la región?
- ¿Cuáles son las proporciones relativas de bosques, pastizales y otros, por paisaje y cómo han cambiado entre  $t_1$  y  $t_2$ ? ¿Cuál es la distribución de los cambios?
- ¿Cuál es la proporción de los paisajes que han cambiado significativamente su forma, complejidad, tipo de cobertura y distribución de los hábitats?
- ¿Cuál es la proporción de los paisajes que han reducido significativamente su sustentabilidad debido a la pérdida de cobertura natural y cuál es la distribución de tales paisajes?
- ¿Qué tipos de coberturas han experimentado los mayores cambios entre  $t_1$  y  $t_2$  y cuál es su distribución?
- ¿Qué proporción de los paisajes se aproxima a los umbrales críticos que ponen en peligro la sustentabilidad y cuál es la distribución de esos paisajes?

Preguntas como las señaladas, sólo pueden ser respondidas mediante análisis multitemporales sustentados en sistemas de información avanzados como son los SIG, construidos sobre la base de objetivos y necesidades específicas para satisfacer las necesidades de conocimiento y gestión de un territorio en particular.

## CONCEPTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL (SIT)

El objetivo de un SIT es armonizar un desarrollo sustentable y lograr una ordenación territorial acorde con las realidades regionales.

Lo primero que se debe separar, por lo menos en términos conceptuales, es la diferencia entre lo que en el mercado genéricamente se conoce como Sistema de Información Geográfica (SIG) y lo que se entiende como un SIG inserto en el SIT.

El SIG se refiere normalmente, a un conjunto de herramientas computacionales integradas en un programa de una forma predeterminada, con el objetivo de permitir la captura o ingreso de datos espaciales y alfanuméricos, almacenamiento, manipulación y análisis de ellos, generando información y nuevos datos mediante salidas gráficas (mapas) o tabulares. Ésta es, sin duda, la herramienta que permite realizar y mantener vigentes, así como operativos, los Sistemas de Información Territorial.

Los SIT son imprescindibles para lograr una planificación acorde con la dimensión medioambiental que se exige en la actualidad para una gestión eficaz y rigurosa, capaz de permitir una asignación óptima de

los recursos naturales de una región, logrando la difusión pública del conocimiento sobre las condiciones y limitaciones en que pueden desenvolverse las actividades de producción y consumo; y asegurar dentro de un modelo de desarrollo duradero, la mantención y mejora de la calidad de vida de los habitantes de una determinada región.

La simplificación de la realidad que los modelos de análisis de las distintas disciplinas científicas, tanto exactas como sociales, nos han ofrecido, en la actualidad, no son capaces por sí solas, de explicar los variados problemas sociales y políticos que se tienen a todo nivel. Sólo una visión de conjunto, apoyada en las modernas tecnologías y en las nuevas líneas de investigación, hace posible encontrar hoy en día soluciones a los complejos problemas del desarrollo, lo que requiere, además, de una alta componente de interdisciplinariedad. Un SIT es lo más próximo a ese ideal de interrelación, al referir al espacio informaciones diversas, provenientes de los más distintos aspectos de la realidad (clima, suelo, vegetación, datos económicos y demográficos, entre otros.) y al permitir simular, mediante modelos, aproximaciones al comportamiento de los fenómenos en estudio.

El problema central del desarrollo ha pasado siempre por el conocimiento adecuado del territorio, en todas sus posibles variantes que se tratan de estudiar o conocer, considerando la calidad de la información y la capacidad de tener acceso a la misma, de poder contar con la posibilidad de actualizarla continuamente y de estar en condiciones de poder confrontar información de procedencia y con carácter heterogénea, confluyendo todas sobre el mismo objeto territorial.

Ahora bien, todo no es tan fácil en la realidad, dado que un SIT no resuelve toda la complejidad decisoria y gestora de la planificación y desarrollo territorial, desde el momento que en ella intervienen un elevado número de variables y componentes, que operan según lógicas difíciles de descomponer.

El éxito de un SIT pasa entonces, por considerarlo en su justa medida, un instrumento de apoyo fundamental para lograr un desarrollo sustentable, especialmente porque las experiencias de planificación a escalas regionales son todavía recientes (a nivel mundial) y requieren de un ajuste en el tiempo, para llegar a obtener plenos resultados. Esto implica, además, una etapa de diseño que es relevante para alcanzar los objetivos que se propone un SIT, etapa que no está exenta de errores, que deben ajustarse en el tiempo.

Frente a esta nueva herramienta, cada instancia administrativa encargada del control y desarrollo territorial, debe sin duda, reorganizar su propio sistema de procedimiento informativo, adecuándolo a los

objetivos gestionales del organismo y a las necesidades de planificación de la totalidad de la región, en el marco de la organización territorial pública y privada. Este hecho permite una interconexión entre las distintas instancias administrativas y una mejora cualitativa en el accionar de los distintos organismos, satisfaciendo una información rápida y precisa para cada organismo, departamento o nivel de planificación central que lo requiera.

El SIT, para ser tal, debe compartir propósitos y objetivos comunes para la gestión de un territorio, los que deben estar identificados y contener secuencias establecidas de procedimientos y flujos de la información.

El Sistema debe contribuir a la toma de decisiones estratégicas, las que tienen que ver con el logro de los objetivos de una determinada administración, con la definición de objetivos de corto, mediano y largo plazo; y, con los procedimientos que controlan y regulan el proceso de toma de decisiones.

Aunque el planeamiento espacial puede ser dividido en diversos tópicos (desarrollo productivo, medio ambiente, recursos naturales), en la práctica, ellos interactúan considerablemente y el resultado no es la mera suma de cada uno de ellos.

Cada una de las funciones del Sistema requiere información, tanto desde dentro como desde fuera de un determinado territorio. Para ello, se debe disponer de la adecuada información, recolectada en forma correcta.

El manejo de la información, es decir, los procedimientos de cómo se guarda, mantiene y actualiza la información, la seguridad existente sobre los mismos y, las fuentes y criterios adoptados para su recolección, son importantes para evaluar la calidad y fidelidad de los datos.

La recolección de datos “brutos” es importante, pero no suficiente. El Sistema debe permitir el análisis y transformación de datos en información a través de la incorporación de valor agregado o de interpretación de los datos para ponerlos a disposición de los “tomadores de decisiones”.

Es dentro de este contexto que un SIT presenta su potencialidad de integración y análisis en toda su dimensión. Los técnicos deben ser capaces de responder a los tomadores de decisiones ante consultas como ¿qué pasará si...?

Para responder este tipo de consultas, la estructura de datos es fundamental; y debe corresponder al método adoptado para organizar los atributos de los datos (almacenaje de las propiedades, tipos de preguntas que deberán ser contestadas, consistencia y repetibilidad de los resultados de la manipulación de los datos).

En cuanto a las características del manejo de información espacial, existe la de tipo vectorial (puntos, líneas y polígonos) y la de tipo raster (celdas). En la actualidad ambos tipos de estructuras son intercambiables, no obstante, se debe definir en forma adecuada para así evitar intercambios innecesarios, que aumentan los tiempos operativos.

Finalmente, el desarrollo de modelos aptos y de estructuras de datos, ha posibilitado, a su vez, el desarrollo de los Sistemas de Manejo de Bases de Datos (SMBD, Database Management Systems=DBMS). Las bases de datos son una aproximación estructurada para el almacenaje de un número de archivos de datos, que de esta forma facilitan las interrelaciones entre dichos archivos y entre los datos individuales, con el fin de mejorar la manipulación y la provisión de información relativa a problemas específicos. La más importante característica para el desarrollo de un SMBD es su habilidad para servir las necesidades de una variedad de usuarios. Para ello debe ser flexible tanto en su estructura como en la forma en que los datos son proporcionados.

Es así que el SIT corresponde a una colección integrada de hardware, software, datos y personas, que operan en un contexto institucional, potenciando las capacidades individuales, mejorando las posibilidades de análisis y propendiendo a un mejor uso y administración de la información territorial.

Por sus características, un SIT se constituye en una herramienta de integración por esencia, donde concurren datos de distintas fuentes para encontrar su expresión común en un espacio determinado, posibilitando el análisis e integración de diversas variables.

Puede afirmarse que un SIT no es sólo un tipo de tecnología que descansa en recursos computacionales, sino también, una forma de articulación institucional para la generación y manejo de la información. La experiencia muestra que para tener éxito deben cumplirse algunos requisitos básicos, tales como:

- Una estrategia de manejo de la información que identifique las necesidades de los usuarios y tome en cuenta la disponibilidad de recursos de la institución donde se encuentra radicado.
- Participación de los individuos de los distintos niveles de la organización en la implementación de la tecnología, de modo tal que el cambio sea percibido como producto de su propia actividad y no como algo impuesto.

El SIT se define entonces sobre la base de un tipo de modelo de la relación sociedad–territorio asociada a una región. El diseño, por lo tanto, de un SIT parte de la comprensión relacional de los componentes sociedad–territorio que existen en un determinado

espacio y la información que éstos generan y que necesitan a la vez, cumpliendo con características integrativas para guiar el proceso global de toma de decisiones.

En términos funcionales, el modelo requiere considerar los flujos de información y funciones de articulación social y administrativa, que permitan diferenciar el conjunto de relaciones y elementos para lograr la reproducción de la realidad sin pérdidas significativas de información. De esta forma, se responde a los procesos de seguimiento, valoración y evaluación de cambio en las relaciones de estado, asociadas a la organización del sistema sociedad-territorio.

Los conceptos operacionales asociados a los SIT son los siguientes:

- **Sistema:** conjunto de unidades simples y complejas que interactúan y se relacionan, lo que permite distinguir, en el contexto de la relación sociedad-territorio, su organización, estructura y arquitectura.
- **Organización:** relaciones que deben estudiarse entre los componentes que generan la relación sociedad-territorio dentro del proceso productivo. En el espacio territorial, la organización se define a través de la propiedad, uso del suelo y disponibilidad de recursos, entre otros, así como por la conectividad al interior del modelo, tanto a nivel local como regional y hacia el exterior.
- **Estructura:** son todos los componentes locales y regionales diferenciables como articuladores de las relaciones de intercambio, tanto a nivel local como regional.
- **Arquitectura:** relaciones topológicas entre los distintos componentes que integran el territorio, expresados en posiciones espaciales relativas y representados en un sistema de coordenadas cartesianas.

## COMPONENTES DE HARDWARE

Los dispositivos principales del hardware son los siguientes:

### a. Periféricos de entrada de datos

Mesa digitalizadora: tableta electrónica formada por una malla magnética, de alta densidad, que permite la transmisión de pulsos eléctricos determinados por un mouse, que se referencian en un sistema de coordenadas cartesianas (X, Y), con origen en uno de los extremos de la malla.

Mouse: Sistema electrónico que permite en forma interactiva, sobre la mesa o por pantalla, ingresar datos o corregirlos.

Teclado: Conjunto de claves alfanuméricas que permiten digitalizar información temática y numérica al computador.

Barredor automático o Escáner: Dispositivo para convertir imágenes (mapas, fotografías...) en formato digital o numérico en forma automatizada. El escáner es un traductor electrónico de la respuesta radiométrica que tienen los elementos dibujados en un papel. Los mapas que son leídos por el barredor óptico no pueden tener algún tipo de defecto, o mancha, pues todo ello se convierte en niveles digitales y por lo tanto, en elementos de error, que deben ser posteriormente corregidos.

### b. Periféricos de salida de datos e información

Plotter: Dispositivo para dibujar mapas y gráficos; pueden ser de lápices, inyección de tinta y electrostáticos.

Lectoras: dispositivos magnéticos de respaldo de información, pueden ser de cintas, dat, discos, cartridge y CD, entre otros.

Terminales: Periférico utilizado incluyendo una pantalla CRT y teclado para comunicarse con el computador.

Impresoras: Dispositivos de salida de tablas, gráficos y mapas.

### c. Unidad central del computador

CPU: Es la unidad central de procesamiento que contiene los circuitos requeridos para interpretar, controlar y ejecutar las instrucciones en un computador. Analiza toda la información espacial. Las más usadas según la tecnología disponible son: Pc-386/486, PENTIUM y las estaciones de trabajo (Workstation).

## TIPOS DE SOFTWARE

Es el conjunto de programas disponibles en el mercado, a los que se les conoce normalmente como SIG (de acuerdo a la definición que se ha dado). Estos son variados en capacidad y pueden operar con datos en formatos raster o vectorial, variando también si operan en computadores personales o en estaciones de trabajo.

Entre los más conocidos están los siguientes: ARC-INFO, de la empresa ESRI de Estados Unidos; es el más divulgado y presenta capacidad de análisis con datos vectoriales los que son compatibles con los sistemas raster. Otros son: GENAMAP, TIGRIS y MICROSTATION de INTERGRAPH; ATLAS-GIS de STRATEGIC MAPPING; PAMAP de Canadá; GRASS del ejército norteamericano; IDRISI y OSU-MAP, estos tres últimos operan con formatos raster.

La lista de software es larga y cada día se integran nuevas versiones, de acuerdo con las necesidades que

los propios usuarios manifiestan a las empresas, en los encuentros y convenciones anuales que aquéllas realizan en distintos países del mundo.

Lo importante en todos estos software es que tengan la capacidad de localizar con precisión un elemento del territorio, ubicar y relacionar los elementos entre sí (relaciones topológicas) y asociar a cada elemento el conocimiento que se tiene de él, mediante atributos.

En otras palabras, un SIG-Computacional, para que éste lo sea, debe describir los objetos del territorio en términos de:

- **Localización:** se refiere a la ubicación de un fenómeno en el espacio mediante una serie de coordenadas con un origen en común. El sistema de coordenadas más común es el cartesiano: par de ejes respecto al cual se define la posición relativa de cualquier punto en coordenadas x e y. Ej.: el Sistema Cartográfico Universal Transversal de Mercator (UTM), que define una malla para localizar un punto de la tierra en unidades de metros.
- **Topología:** proceso matemático que reconoce las relaciones entre los elementos geométricos en un SIG, como contigüidad, continuidad y reconocimiento de áreas. Así se puede conocer la dirección y ubicación de los distintos elementos, permitiendo contestar preguntas como: ¿cuál es el punto más cercano a una casa?; ¿qué elemento tengo a la izquierda o derecha?; ¿cómo determinar la ruta óptima entre dos puntos o más?.
- **Atributos:** características de los elementos de un mapa descritas mediante un número de caracteres almacenados en forma de tablas relacionales; corresponden a datos externos que se enlazan a la información espacial, a la geometría y topología, para describir el fenómeno en estudio. Por ejemplo, si una línea define un camino, el atributo de éste puede ser: su calidad, ancho y nombre, entre otros.

## APLICACIÓN EN LA COMUNA DE SANTO DOMINGO

La información territorial comunal ha sido descrita en el paquete funcional Arc/Info. Las aplicaciones y manejo de los datos se han realizado en Arc/View. Este último trabaja mediante la elaboración de “proyectos” (project) cuya extensión es \*.apr.

Cada uno de los proyectos elaborados, disponibles a los usuarios, contiene diversas coberturas descriptivas del territorio que han sido agrupadas pensando en aquella estructura de información que sea más utilizada por los diferentes usuarios.

Sin embargo, se puede generar el proyecto que más requiera o satisfaga al usuario, para lo cual requiere tener identificadas las coberturas que harán posible

cumplir con su objetivo. Es decir, de acuerdo con los requerimientos de cada persona se pueden construir mapas (de tamaño carta o plotter), gráficos y/o estadísticas de las diferentes coberturas que se incluyan en el trabajo que se realice. De esta manera se pueden agrupar coberturas como: infraestructura vial, vegetación, límites prediales, hidroestructura y arqueología, entre otros.

Como ya ha sido señalado, el programa base o plataforma de trabajo sería ARC/View. Éste permite la modificación de la información de las bases de datos, ingreso de datos, elaboración de campos, confección de nuevas cartas sobre la base de las existentes, superposición de cartas y otros.

En relación con el espacio físico requerido, éste es el mismo que está diseñado en el plan regulador, es decir, aquel espacio que se ocupa al tener un computador, un plotter, una impresora y una mesa digitalizadora. Se supone que son alrededor de 5 x 5 m (Figura 24).

Se propone la existencia de un lugar de consulta público con la presencia de un computador conectado a una red, el cual permita el acceso a la base de datos para niveles de información básicos. Aquellas necesidades de información más elaboradas (por ejemplo, superposición de capas) se requerirá de la intervención de un experto.

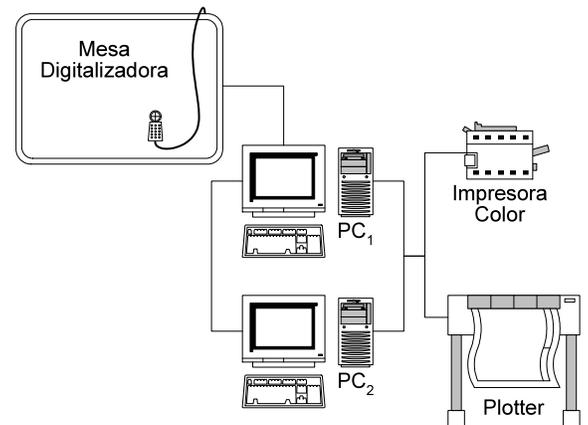


Figura 24. Módulo computacional requerido en el SIG (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

## ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los actores sociales comunales requieren constantemente conocer el territorio comunal y las organizaciones, como asimismo al resto de la población, de manera de planificar sus actividades e inversiones. Para ello se requiere contar con una sólida administración de la información, lo cual debe considerar lo siguiente:

- Oficina de información;
- Equipamiento computacional;
- Software;

- Personal de operación;
- Relaciones con usuarios;
- Mantenimiento de la base de datos.

Si bien la incertidumbre en un proceso de toma de decisiones sobre el destino del territorio, el uso de sus recursos y la disposición de los recursos que éste genere, no puede eliminarse completamente, aunque se realicen acuciosas evaluaciones de los probables eventos que podrían ocurrir como efecto de acciones que aún no son ejecutadas, e incluso de procesos naturales que tampoco han ocurrido. Se debe procurar adoptar decisiones informadas respecto de autorizar y/o ejecutar proyectos de inversión, sobre la base de evaluaciones multicriterio integradas del territorio y de los posibles impactos positivos y/o negativos y riesgos que podrían afectarlo.

Es evidente que no se puede pretender evaluar y prever el más beneficioso o más desfavorable evento que le pueda ocurrir al territorio como resultado del orden que el hombre o la naturaleza impongan, no sólo porque no se tiene antecedentes de tales sucesos, sino también por lo difícil, oneroso e improductivo que resultaría intentar valorarlo. Sin embargo, una de las más factibles estrategias aplicables al nivel administrativo municipal podría ser diseñar una herramienta de gestión territorial paradigmática con componentes teóricos, metodológicos e instrumentales. Dentro de ésta, el componente instrumental, no sólo debe constituir un sistema que administre simultánea, dinámica e integralmente la información territorial comunal, sino también debe asistir los procesos para la construcción de la imagen del espacio comunal, la modelación y evaluación ex-ante y ex-post de escenarios y de alternativas para el potencial uso de éste.

Así pues, se diseñó un *Sistema Comunal de Información Territorial (SIT)*, que integre los atributos de este nivel administrativo en subsistemas dinámicos emergentes, denominados dimensiones temáticas, constituidos por multicriterios abiertos. El sistema resultante, sin embargo, explicita algunas prioridades o criterios y, por lo tanto, también las restricciones que estas preferencias generarán.

Existe la necesidad de tener una visión común del territorio sobre la base de una fuente común de información. Por otro lado, el acceso a la información debe ser lo más rápida y económicamente factible. Las bases de datos permiten cumplir con estas características, junto con un manejo eficiente y una fácil actualización.

**Oficina de información.** Es el lugar físico donde se concentra la información comunal. En este lugar se mantienen y organizan las bases computacionales de datos de la comuna, se maneja tanto la información del

territorio como la de los actores sociales. La oficina integra y administra la información tanto urbana como la rural, la natural y los bienes nacionales y, en el caso de las comunas litorales incluye, además, el borde costero y el mar correspondiente. Esta oficina debe contar con el personal calificado tanto para gestionar la información como para proporcionar los servicios a los usuarios.

**Equipamiento computacional.** Dado que el objetivo de la oficina es contar con una estructura capaz de almacenar y gestionar una gran base de datos numérica y cartográficas, se requiere contar con un equipamiento computacional compatible con las necesidades del sector. En lo esencial, debe contar con lo siguiente: un computador, una mesa digitalizadora y un plotter.

En general, para una comuna rural de tamaño medio se requiere un computador con una buena tarjeta de video, ya que el manejo de las imágenes es importante para lograr tener exactitud, con lo cual el tamaño y resolución de la pantalla deben ser acordes (15 pulgadas como mínimo). La capacidad de disco duro ha de ser de 8.0 GB y RAM suficiente para tener rapidez en el despliegue de coberturas (128).

La mesa digitalizadora debe tener dimensiones que permitan la utilización de cartas de tamaño 1\*1 m, mientras que el plotter debe tener como mínimo 0,9 m de ancho, para poder imprimir cartas de escala adecuada.

**Relaciones con los usuarios.** Los objetivos fundamentales de la oficina de información son almacenar y gestionar la información comunal y dar servicio a los usuarios que solicitan esta información. Para ello se requiere acoger las demandas específicas de cada usuario proporcionándoles las respuestas solicitadas en los formatos correspondientes, lo cual normalmente incluye actualizarlos, automáticos y computarizados, que dan respuesta a sus solicitudes. En este contexto, usualmente se incorpora la cartografía correspondiente.

**Mantenimiento de la base de datos.** La base de datos comunal debe actualizarse permanentemente. Para ello se requiere contar con personal de apoyo que lleven a cabo las actividades de terreno que permita capturar la información que constantemente se vaya generando. Para ello se requiere contar con un sistema organizado de sensores que permitan constantemente monitorear las variables físicas, de uso, catastrales, sociales y legales, en la medida que éstas se vayan generando. Los sensores deben localizarse en las posiciones debidas de acuerdo con las indicaciones de los especialistas de cada materia. Al mismo tiempo, deben realizar las encuestas correspondientes.



**Figura 25. Mantenimiento y administración de la base comunal de datos (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)**

## BIBLIOGRAFÍA

- BARTELS, G.B., B.E. NORTON and G.K. PERRIER. 1993. An examination of the carrying capacity concept. En: R. H. Behnke Jr., I. Scoones and Kerven (eds). *Range Ecology at Disequilibrium*. Overseas Development Institute. U.K. pp. 89-103.
- BEEK y BENEMA. 1973. Evaluación de tierras para la planificación del uso rural; un método ecológico. *Boletín Latinoamericano de Fomento, Tierras y Aguas*. Proyecto Regional FAO/L.R.A.
- BEGON, M., J.L. HARPER and C.R. TOWNSEND. 1986. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications; Oxford (UK); 876 p.
- CAILLEAUX, A. y J. TRICART. 1956. Le problème de la classification des faits geomorfologiques. *Ann. Geogr.* Vol. 65: 162-186.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfología*. Edgard Blücker Ltda. San Pablo, Brasil.
- CONAF-CONAMA. 1997. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Proyecto CONAF, CONAMA y BIRF.
- CORREA, 1998. Análisis territorial rural de la comuna de Santo Domingo. Pontificia Universidad Católica de Chile y Municipalidad de Santo Domingo. Informe final. 500 p.
- DAVIS, T.A.W. y P.W. RICHARDS. 1934. The vegetation of Maraballi Creek, British Guiana: An ecological study of a limited area of Tropical Rain Forest. II, *J. Ecol.* 22: 106-155.
- DE ANDRADE, R. 1997. Enfoque sociopolítico de la ordenación de los recursos del borde costero latinoamericano, Doc Mimef. 25p. Santiago, Chile.
- DUCH *et al.* 1980. Sistema de evaluación de tierras para la definición de cartografía del uso potencial agrícola en México. México.
- DURÁN, D. 1997. Comarcalización Rural y Análisis Territorial. Una propuesta metodológica para un área de serranía deprimida. La comuna de Navidad, Cordillera de la Costa, VI Región de Chile. Tesis M.S. Instituto de Estudios Urbanos. Facultad de Arquitectura y Bellas Artes. P. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- DYKSTERHUIS, E. J. 1949. Condition and management of rangeland upon quantitative ecology. *Journal of Range Management*. 2: 104-115.
- ENGEL, V. O. D. 1942. *Geomorphology*. Mc Millan 655. Sixth Printing, 1957. Environmental Policy Act. 1970. National environmental policy act of 1969. 42. U. S. C. 4321 (note). Washington, D. C.
- ETTER, A. 1990. *Introducción a la Ecología del Paisaje. Un Marco de Integración para los Levantamientos Rurales*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. 85 p.
- FAIRBRIDGE, R. 1968. *The Encyclopedia of Geomorphology*. Encyclopedia of Earth Sciences series. Volumen III. Reinhold Book Corporation. EE.UU.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. *Boletín de Suelos* 32. FAO. Roma.
- FERNANDEZ P., 1995. Metodología para determinar la capacidad sustentadora en un contexto de uso múltiple. Aplicación al ecosistema mediterráneo. Tesis Doctoral. Universidad de Cordoba. Cordoba, España.
- FOSBERG, F. R. 1961. A classification of Vegetation for general purposes. *Trop. Ecol.*, 2: 1-28.
- FRANCIS, J.K. 1984. Soil site Classification for bottomland hardwoods. En: *Proceedings, Twelfth Annual Hardwood Symposium*, Hardwood Research Council. E.E.U.U.
- GÁLVEZ, C. 2000. Determinación y Caracterización de Sitios de la Provincia Secoestival Nubosa. El Caso de la Comuna de Santo Domingo, Región de Valparaíso. Proyecto de Título. Universidad Mayor, Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias, Escuela de Agronomía. Santiago, Chile.
- GALLARDO, S. y J. GASTÓ. 1985. Sistema de Clasificación de Pastizales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. De Zootecnia. Sistemas en agricultura. IISA 87 14. Santiago, Chile.
- GASTÓ J., F. COSIO y D. PANARIO. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Ediciones Red de Pastizales Andinos (REEPAN). Quito, Ecuador. 254 p.

- GASTÓ J., F. SILVA y F. COSIO, 1990. Sistema de Clasificación de Los Pastizales de Sudamérica. Sistemas en agricultura. IISA. 9(1). Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- GASTÓ, J., J.E. GUERRERO y F. VICENTE. 1995. Bases Ecológicas de los Estilos de Agricultura y del Uso Múltiple. En: Ramos, E. y J. Cruz. Hacia un Nuevo Sistema Rural. Serie Estudio. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. p. 259–302.
- GASTÓ, J., P. RODRIGO e I. ARÁNGUIZ. 1999. Análisis territorial de la comuna de Santo Domingo. Informe final (Tomo I y II). Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Zootecnia. Santiago, Chile.
- GÓMEZ, D. 1994. Ordenación del Territorio; una aproximación desde el Medio Físico. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Editorial Agrícola Española. Madrid, España. 238 p.
- GONZÁLEZ, F. 1981. Ecología y paisaje. H. Blume ediciones. Barcelona, España.
- GUTMAN, P. 1985. Interacción entre productores rurales y ambiente natural; apuntes para una tipología. En: CEPAL– PNUMA. Avances en la interpretación ambiental del desarrollo agrícola de América Latina. Naciones Unidas. Santiago, Chile. pp 53–90.
- HARBOUGH, W.J. 1979. Geological Science. Enciclopedia Británica. vol. 7: 1053–1065.
- HONORATO, R. 1976. Clasificación de suelos. Introducción a la “Taxonomía de Suelos” (Clasificación U.S.A.), Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía, Depto. de Suelos. Programa de Post–Grado de Suelos.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago. Chile.
- KÖPPEN, W. 1923. Die Klimate der Erde, Grundriss der Klimakunde. De Gruyter. Berlín, Leipzig. Alemania.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. Primera Ed. en español.
- LARA, C. 1999. Obtención del Mapa de Prioridades de Protección. Diagnóstico de Incendios Forestales como base para la Formulación de un Programa de Prevención en la Comuna de Santo Domingo, Quinta Región. Tesis de Grado. Ing. Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales.
- LAVÍN, J. 1993. Garantías Constitucionales y Regulación Ambiental. En memoria del Seminario Nacional de Derecho Ambiental. Eduardo Astorga y Gonzalo Cubillo (editores). CEPAL y Fundación Friedrich Ebert. Santiago, Chile.
- LYNCH D. 1992. Readings in multiple–use. En: Curso de uso múltiple del territorio, sistemas agrosilvopastorales. ETSIAM–Junta de Andalucía. Córdoba.
- LYNCH, D.L. y J.P. BROOME. 1973. Mountain land planning. College of forestry and natural resources. Colorado State University. Fort Collins, Colorado. E.E.U.U.
- MARTÍNEZ, L. 1999. El turismo rural: la tarea de Indap. En: INDAP, 1999. Turismo rural. El llamado de la tierra. IV Seminario Internacional de Turismo Rural del Cono Sur, Santiago, Chile, pp. 27–44.
- MATEUCCI, S. y A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía OEA:
- MEEWS, J., J.D. PLOEG VAN DER y M. WIJERMANS. 1988. Changing agricultural landscape in Europe: continuity, deterioration or rupture?. IFLA Conference. The Europe landscape: “Changing agriculture, change landscape”. Rotterdam, Holanda. 103 p.
- MUÑOZ, J. 1994. Cartografía de zonas expuestas a riesgos naturales. Reflexiones y proposiciones para un programa o política de prevención y protección en Chile. III Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra. Santiago, Chile.
- MURPHY, R.E. 1967. A spatial classification of landforms based on both genetic and empirical factors: a revision. Ann. Assoc. Am. Geog. v. 57: 185–186.
- MURPHY, R. E. 1968. Lands–forms of the world. Map Supp. N°9. Ann. Assoc. Am. Geog. v. 58.
- NAVA, R., R. ARMIJO y J. GASTÓ. 1979. Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Navarro”, Serie Recursos Naturales. 332 p.
- ODUM, H.T. 1972. Environment, power and society. Willey–Interscience. Nueva York, Estado Unidos.
- PANARIO, D. S. GALLARDO y J. GASTÓ. 1988. Unidades geomorfológicas en el sistema de clasificación de pastizales. Distrito. Sistemas en agricultura 8819. Facultad de Agronomía, Dpto. de Zootecnia. P. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- PLOEG, J. D. VAN DER. 1992. Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. En: Haan, H. De, y J.D. van der Ploeg

- (eds.), "Endogenous regional development in Europe: theory, method and practice". Proceedings of the I CERES/CAMAR seminar. Universidade de Tras-os-Montes, Vila Real, Portugal. pp. 1-27.
- QUERON, C. 1998. Relaciones entre actores y territorio rural. El caso de la comuna de Santo Domingo. Tesis Magister Scientia en Desarrollo Rural. Facultad de Agronomía e Ing. Forestal de la P. Universidad Católica de Chile y Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (Francia). Santiago, Chile. 159 p.
- RICHTERS, E. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central: Hacia el aprovechamiento sostenible del Recurso Tierra. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Investigación y Desarrollo/ IICA, Número 28. 440 p.
- SHIFLET, T.H. 1973. Range Sites and soil in the United States. pp. 26-33. En: Society for Range Manage. Publ., Arid Shrublands.
- SOCIETY FOR RANGE MANAGEMENT. 1974. Glossary of management terms. Denver, Colorado.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1962. Technicians guide to range site, condition, class and recommended stocking rates in soil conservation districts of the Foothill Area of Central Montana's 10-14. Precipitation Belt. U.S. Dept. Agriculture. Soil Conservation Service. Portland, Oregon. M-4377 1 p.
- SOIL SURVEY STAFF. 1960. Soil classification, a comprehensive system. 7ª Approximation.
- SOIL SURVEY STAFF. 1970. Soil Taxonomy. Selected Papers. US DA Printing Office, Washington D.C.
- TEIXEIRA, A. 1980. Diccionario geológico geomorfológico. Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística (IBGE). Río de Janeiro, Brasil.
- TOLEDO, X. y E. ZAPATER. 1989. Geografía general y regional. de Chile. Universitaria. Santiago, Chile.
- TOSSI, J. 1972. Una clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de capacidad de uso mayor de la tierra. Proyecto UNDP/ SF-FAO. Col 18. Universidad Nacional de Colombia. San Jose. Costa Rica. C.C.T 45p.
- URRUTIA, C. 1997. Bases para el diseño de un instrumento de información territorial para el ordenamiento del espacio rural a partir del Sistema de Clasificación de Ecorregiones. Tesis Ing. Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ing. Forestal, Departamento de Zootecnia. Santiago, Chile. 136 p.
- URRUTIA, R. y C. LANZA. 1993. Catástrofes en Chile. 1551-1992. Ed. La Noria. Santiago, Chile.
- VÁSQUEZ, F. 1999. Metodología para la toma de decisiones administrativas de ordenamiento territorial rural a escala comuna. Tesis de Grado, Ing. Agrónomo. P. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dpto. de Zootecnia. 60 p.
- VÉLEZ, L.D. 1998. Bases Metodológicas para el Estudio de los Estilos de Agricultura a Nivel de Predio. Tesis de Magister de Producción Vegetal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile. 120 p.
- VERDUGO, M., E. PFEFFER y H. NOGUEIRA. 1994. Derecho Constitucional. Tomo 1. Editorial Jurídica de Chile. Santiago, Chile.
- WHITTAKER R. H. 1962. Classification of natural communities. The Bot. Rev. 28: 1-239.
- WOERMANN, 1959
- ZONNEVELD, I. S. 1972. Evaluación de tierras y ciencias del paisaje. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos. Montevideo, Uruguay.

