

# APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE ORDENACIÓN TERRITORIAL A CASOS HIPOTÉTICOS\*

Carlos D'Angelo

## Resumen

El sistema predial se puede caracterizar por el índice de tecnaturaleza predial (ITNP) y por el índice de diversidad tecnatural (IDTN), desarrollados *ad hoc*, los cuales se formulan y aplican en el presente estudio. Se incorporaron los espacios prediales en una capa de información de espacios tecnaturales. Se desarrolla el concepto de Índice de Tecnaturaleza (ITN) y se proponen catorce categorías para su clasificación. Los principios de ordenación territorial se aplican a cinco estudios de casos diferentes.

*Palabras claves:* ordenación, territorio, índices de tecnaturaleza predial, diversidad tecnatural, tecnaturaleza.

## CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>759</b>
NATURALEZA, ESCENARIO Y PAISAJE.....	759
Índice de Tecnaturaleza.....	762
<b>CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA PREDIAL.....</b>	<b>762</b>
ÍNDICE DE TECNATURALEZA PREDIAL.....	762
Índice de Diversidad Tecnatural.....	764
<b>APLICACIÓN A CASOS HIPOTÉTICOS.....</b>	<b>764</b>
DESARROLLO DE LOS CASOS.....	764
Caso 1.....	764
Análisis.....	764
Caso 2.....	768
Caso 3.....	768
Análisis Caso 2 y 3.....	770
Caso 7.....	775
Análisis.....	775
Caso 10.....	776
Análisis.....	777
Caso 11.....	782
CONCLUSIONES DE LOS CASOS ANALIZADOS.....	782
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>786</b>

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas fundamentales de la ordenación del territorio predial es determinar su grado de organización, de manera de poder constatar los diversos arreglos susceptibles de aplicarse a un territorio determinado.

Más allá de sus singularidades, un predio es la resultante de la transformación de un espacio natural en un espacio administrativo, de acuerdo con diferentes objetivos o propósitos de uso. En tanto emergente de un espacio natural, aquí se postula que la ordenación del predio debe ser congruente con las posibilidades y restricciones asociadas a tal espacio. Por otra parte, se entiende que lo natural coadyuva a la satisfacción de los objetivos antrópicos de uso; particularmente, en el contexto del uso múltiple del espacio rural.

Desde la perspectiva del uso múltiple del territorio, el problema del diseño predial implica la necesidad de integrar los elementos y espacios tecnaturales en sus dimensiones: funcional-productiva, de ocio y recreación, estética y de impacto ambiental. En un capítulo

anterior se postula que a nivel de predio esto se rige por los principios de diversidad, unidad, flexibilidad adaptativa e identidad.

Dada la complejidad del tema ordenación del territorio y de la dificultad de cuantificación en casos reales, fue necesario llevar a cabo estudios previos relativos al marco conceptual para la ordenación predial. Además de ello se requiere formular un conjunto de principios generales relativos al tema, lo cual fue desarrollado en un estadio previo, sin lo cual no sería factible su aplicación a casos reales, constituyéndose en el objetivo prioritario del presente trabajo.

## NATURALEZA, ESCENARIO Y PAISAJE

Tal como lo señalara Ferrater Mora (1994) "...no parece haber, ni siquiera dentro de límites previamente fijados, 'un concepto de naturaleza', sino varios y, posiblemente, muchos conceptos de Naturaleza distintos entre sí y probablemente incompatibles entre sí." Por este motivo, en lo que sigue se procura precisar el alcance que tendrá este término en el presente trabajo.

A juicio de Tuan Yi-Fu (1974) los términos "paisaje" y "escenario" en la actualidad se usan más o menos indistintamente y ambos implican "naturaleza". Sin embargo y tal como lo reconoce este autor, esta confluencia ocurre a expensas de un cierto sacrificio semántico. Naturaleza puede aproximarse a paisaje y escenario cediendo parte de su significado; otro tanto ocurre con la sinonimia entre paisaje y escenario. No obstante, de los tres términos es "naturaleza" el que pierde la mayor parte de su significado.

En la Grecia presocrática, la naturaleza era la "physis" y, como tal, designaba al *Todo*; tal como lo señala Tuan Yi-Fu (1974) para los griegos: la naturaleza es "...los cielos arriba, la tierra debajo y las aguas bajo la tierra."

En la Edad Media, la naturaleza de escolares y poetas (adaptando el cosmos aristotélico) deja de significar el *Todo* y pasa a designar las regiones sublunares de lo mutable. En los siglos pasados, el alcance del término naturaleza se ha estrechado aún más. En el presente,

\* D'Angelo, C.2002. Aplicación de los principios de ordenación territorial a casos hipotéticos. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

hablar de naturaleza es hablar del campo (del *countryside*) y de lo salvaje; de este modo, habiendo perdido altura y profundidad, el término ha ganado en carisma y pintoresquismo. En este sentido restringido, naturaleza evoca imágenes similares a las de campo, paisaje y escenario (Tuan Yi-Fu, 1974).

Escenario y paisaje pueden considerarse sinónimos; las diferencias mínimas que cada uno de ellos conserva reflejan sus orígenes diferentes. El término “escenario” se ha asociado tradicionalmente con el teatro; i.e. con el mundo de la ilusión. En este sentido, el término “paisaje” en su sentido original, no se refería ni al mundo del arte ni a la fantasía, sino estrictamente al mundo real. En holandés nativo, “*landschap*” designaba lugares comunes tales como una “colección de predios o campos cercados, ocasionalmente un pequeño dominio o unidad administrativa”; cuando el término llega a Inglaterra a fines del siglo XVI, adquiere el precioso significado de arte. A partir de entonces el paisaje pasa a significar una perspectiva desarrollada desde cierto punto de vista; luego fue la representación artística de esta perspectiva; también fue el telón de fondo para el retrato de algún personaje de la época; la “escena” de una “pose”. Como tal quedaría plenamente integrado con el mundo de la fantasía.

De acuerdo con el Webster’s Dictionary (1963), el término naturaleza tiene una diversidad de significados entre los cuales y en el contexto de este trabajo, son pertinentes los siguientes:

- “La naturaleza es un orden de existencia particular o de cosas existentes; frecuentemente considerada en contraste con el trabajo del arte, o como objeto del mismo.”
- “Específicamente, es aquello que está en estado natural y, en este sentido, se distingue del estado desarrollado, ordenado, perfeccionado por el hombre. Es aquello que es, o está representado en su condición original intacta.”

Enriqueciendo los alcances del término, en el diccionario de la Real Academia Española (1984) también se menciona que las cosas naturales “...son aquellas que imitan a la naturaleza con propiedad.”

Desde otra perspectiva, puede considerarse que la naturaleza es el ámbito en el que evolucionó la especie humana; posteriormente, con el transcurso de la evolución histórica y cultural se desarrollaría la tecnología y, a través de ella, el hombre transformaría la naturaleza ajustándola a sus propias necesidades. En este sentido, la agricultura puede definirse como el proceso de transformación del ecosistema, que por extensión también significa la transformación de la naturaleza (Gastó, 1979).

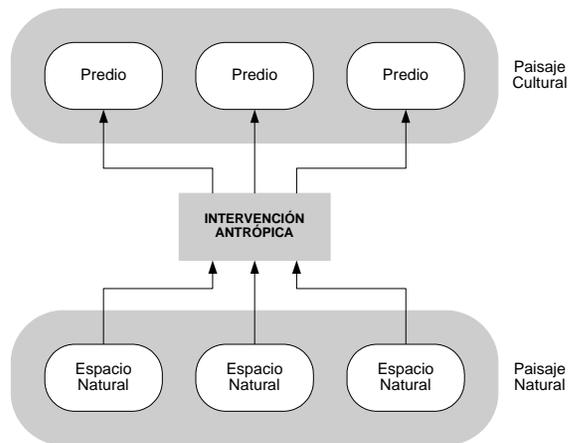
En un contexto más preciso, el concepto de naturaleza que aquí se emplea puede asimilarse al de “paisaje”, o más específicamente al de “paisaje natural”. De acuerdo

con Etter (1990), un paisaje es “...una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistentes en un complejo de sistemas conformados por la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas”; mientras un paisaje natural es aquel en el que “...los procesos culturales no están presentes o su actividad no es ecológicamente significativa, puesto que sólo afectan la estructura y funcionamiento del paisaje de un modo despreciable.”

Las actividades humanas son fuerzas transformadoras importantes de cualquier paisaje; en este sentido, puede distinguirse entre los paisajes naturales por un lado; y un gradiente de paisajes culturales definidos por el tipo, grado e intensidad de la actividad humana, por el otro<sup>1</sup>.

De acuerdo con Meews, Ploeg y Wijermans (1992), el paisaje, particularmente el paisaje rural, debe verse como una interrelación entre la historia natural (suelo, clima, agua, relieve) y el manejo humano, en la que el paisaje es un recurso natural para la producción de alimentos y un lugar de uso humano (ocupación); lo cual constituye un paisaje cultural particular.

Desde la escala del paisaje, todo predio puede considerarse un emergente de cierto paisaje natural por un lado y un componente de cierto paisaje cultural por el otro (Figura 1).

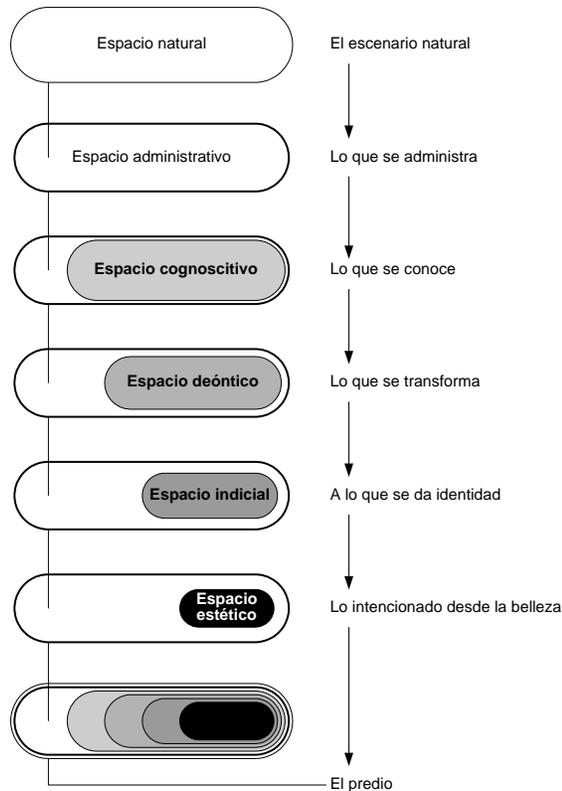


**Figura 1. El predio como emergente del paisaje natural y componente del paisaje cultural (D’Angelo, 1998)**

En este contexto, el predio puede conceptualizarse como un espacio natural-administrativo diversamente transformado con una finalidad antrópica. De este modo, el espacio natural original se transforma en un cierto número de espacios adicionales a los que es posible discriminar desde cuatro perspectivas o visiones distintas, en los espacios: deóntico, cognoscitivo,

<sup>1</sup> Forman y Godron (1986) distinguen cinco tipos de paisajes: paisajes naturales, paisajes manejados, paisajes cultivados, paisajes suburbanos y paisajes urbanos.

expresivo y estético (Flores, 1994) (Figura 2).



**Figura 2. Los espacios que se integran en el espacio predial (D'Angelo, 1998)**

El espacio deóntico es aquel en el que ocurren las acciones transformadoras del espacio natural, permaneciendo el resto como un espacio no deóntico. Las acciones pueden variar en tipo e intensidad y pueden incluir una diversidad de intervenciones tales como: sembrar, talar, quemar o proteger.

El espacio cognoscitivo es el espacio aprehendido por las facultades del conocimiento desde los sentidos a la razón; el área abarcada por este espacio puede ser mayor o menor que la relativa al espacio deóntico o a cualquier otro.

El espacio expresivo o indicial expresa la identidad del que organiza el espacio; es el que le da una identidad característica a la relación del sistema con su propietario y usuario.

El espacio estético es el intencionado a partir de la belleza. En este sentido, la organización espacial se hace para generar un espacio de belleza, en este caso paisajista, que representa en cierta medida la visión y acción de quien lo organiza.

De acuerdo con Gastó (1996), estos espacios no son topológicamente congruentes entre sí, ni en lo que respecta a sus atributos cualitativos ni cuantitativos.

En un predio no puede hablarse de la presencia de nada absolutamente natural. Desde el momento en el

que se establecen límites administrativos, existe una intervención humana que quita espontaneidad a lo natural; la simple delimitación genera modificaciones en el flujo de materia, energía e información. Por otra parte, en el espacio predial existen diferencias de receptividad tecnológica y social que dan lugar a transformaciones de distinto tipo e intensidad. A partir de esto puede hablarse de espacios tecnonaturales con diferencias en la intensidad de la intervención humana y diferentes grados de espontaneidad o naturalidad.

En relación con lo precedente, aquí se postula que el problema de integrar tecnología y naturaleza en el diseño predial requiere de la caracterización previa de los espacios prediales en función de la transformación experimentada por la naturaleza presente en cada uno de ellos. Para esto, en lo que sigue se introducen dos conceptos adicionales: arreglo topológico y canalización antrópica.

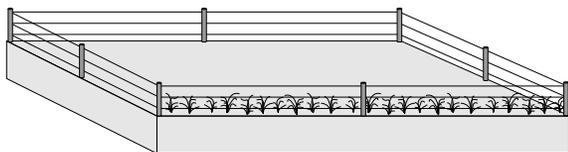
El arreglo topológico y el funcionamiento son los atributos fundamentales del estado de un ecosistema; en este sentido, el arreglo topológico o arquitectura del sistema, se refiere al modo en el que se organiza un cierto número de estructuras o componentes topológicos<sup>2</sup>. Para el problema que nos ocupa es conveniente distinguir entre los arreglos topológicos espontáneos y artificiales del ecosistema. El grado de artificialización de un espacio predial cualquiera se ubica en cierta posición dentro de un gradiente con arreglos espontáneos o naturales en un extremo y no espontáneos o artificiales en el otro.

Un espacio tendrá arreglo espontáneo cuando el control de la arquitectura y funcionamiento no es antrópico, o se desarrolla principalmente a partir de la información natural del sistema; cuando la arquitectura y funcionamiento está principalmente influenciada por la información tecnológica el arreglo será artificial. Aunque la mayoría de los espacios prediales se ubican en niveles de artificialización intermedios entre los dos extremos (una excepción pueden ser los espacios de almacenaje con arreglo topológico artificial) aquí se considera que cualquier espacio sólo puede ubicarse en una u otra categoría, de acuerdo con su mayor o menor proximidad con cada una de ellas. De este modo, tanto un jardín como una planta de procesamiento serán espacios con arreglo artificial, aunque el primer espacio estará más alejado de lo artificial extremo que el segundo. Del mismo modo, tanto un segmento de bosque nativo como un pastizal natural con ganado de cría se considerarán como arreglo espontáneo, aunque el primer espacio estará más cerca de la espontaneidad extrema que el segundo.

Desde esta perspectiva, existen situaciones especiales que deben precisarse; *v.gr.* las fajas herbáceas de rege-

<sup>2</sup> Los componentes topológicos pueden agruparse en cuatro subconjuntos principales: recursos abióticos, organismos fotosintetizadores, organismos consumidores y variables del ambiente físico o hábitat (Gastó, 1979).

neración típicas del área tambera santafesina (Argentina). Éstas son corredores espontáneos que, *per sé* no cumplen ninguna función de interés antrópico (Figura 3) y que deben considerarse parte del espacio del potrero; de tener un ancho mayor y una mayor presencia de leñosas quizás podrían cumplir funciones de conducción o generar alguna influencia microambiental.



**Figura 3. Fajas herbáceas espontáneas a lo largo del alambrado. La arquitectura y composición de las fajas es insuficiente como para diferenciarlas del potrero que bordean (D'Angelo, 1998)**

En primera instancia, la canalización antrópica es el proceso de cosecha de la biogeoestructura<sup>3</sup> del ecosistema, orientada a la obtención de los recursos necesarios para satisfacer el nicho antrópico y a la producción de los recursos necesarios para mejorar el hábitat de la especie. En el contexto del uso múltiple, el concepto de canalización se amplía e incluye los distintos flujos de materia, energía e información apropiados para satisfacer las diferentes dimensiones de la calidad de vida (salud, información e ingresos). A partir de esto, es posible distinguir dos grandes tipos de canalizaciones: una canalización de recursos y otra de condicionantes vitales.

**1. Canalización de recursos.** Ésta se vincula a las necesidades del ser del hombre y considera la generación, almacenaje y transformación de los diferentes tipos de recursos de interés humano (carne, leche, pasto, granos, agua, madera, leña, carbón, energía, etc.). Entre los espacios vinculados a la canalización de recursos, pueden diferenciarse dos: espacios generadores de recursos y espacios de almacenaje y transformación.

- a. *Espacios generadores.* Como tales se consideran los espacios en los que efectivamente se genera el recurso canalizado (campos de cereales, bosque, campo de pastoreo, campo de heno, huerto frutal, etc.).
- b. *Espacios de almacenaje y transformación.* Aquí se incluyen los espacios con tecnoestructura apropiada para el almacenaje y/o transformación de los recursos generados (v.gr. galpones, empaçado, procesamiento industrial, etc.).

**2. Canalización de condicionantes<sup>4</sup> vitales.** Estos son espacios diversos con arreglo espontáneo o artificial, potencialmente apropiados para satisfacer las necesidades del estar del hombre, a través de la generación de efectos fisiológicos y/o psicofisiológicos para una calidad de vida satisfactoria (Contreras y Cordero, 1982). Entre estos condicionantes se incluye todo aquello vinculado a la sanidad ambiental y a las necesidades de descanso y recreación. En estos espacios, la aplicación de tecnología facilita el acceso a los efectos vitales deseados; v.gr. mediante el trazado de vías de ingreso a sitios estéticamente atractivos del paisaje, de la construcción de estructuras apropiadas para la pesca, de la preparación de campos para la práctica de deportes, de cortinas forestales que atenúan alguna forma de contaminación sobre los sitios de habitación, etcétera.

En principio, este tipo de canalización podría desarrollarse casualmente en cualquier tipo de espacio; v.gr. un potrero con girasoles es un espacio generador de recursos aunque, circunstancialmente, también puede generar un efecto estético. Por este motivo, aquí se entiende que los espacios con canalización de condicionantes vitales sólo son aquellos en los que existe una intervención *ex profeso* del hombre para generarlos.

#### INDICE DE TECNONATURALEZA

A partir de lo precedente y con una finalidad pragmática, aquí se introduce el concepto de Índice de Tecnonaturaleza (ITN); éste permite caracterizar a un espacio predial cualquiera, definido en una escala apropiada (v.gr. 1:10.000), de acuerdo con su nivel estimado de tecnonaturaleza. De este modo, se proponen catorce categorías de espacios tecnonaturales con valores de ITN entre 1 (mínimo de tecnología, máximo de naturaleza) y 14 (máximo de tecnología, mínimo de naturaleza) (Cuadro 1).

#### CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA PREDIAL

##### ÍNDICE DE TECNONATURALEZA PREDIAL

El sistema predial puede ser caracterizado por los índices de tecnonaturaleza predial (ITNP) y de diversidad tecnonatural (IDTN). El concepto de espacios tecnonaturales desarrollados en un capítulo previo, permite parafrasear el objetivo de incorporar naturaleza en el diseño predial, como el objetivo de incorporar espacios con índices de tecnonaturaleza (ITN) bajos; en lo que aquí se presenta, se considera que estos espacios tecnonaturales son los elementos primarios de la ordenación.

<sup>3</sup> La biogeoestructura es un subsistema del ecosistema origen, que corresponde al recurso natural propiamente tal, donde se conjugan los componentes abióticos del sustrato y atmósfera en un solo sistema al integrarse con los componentes bióticos de la fitocenosis y zoocenosis (Gastó, 1980).

<sup>4</sup> Aquello que determina o condiciona algo.

Cabe mencionar que los espacios tecnonaturales se discriminan en 14 categorías de acuerdo con el arreglo topológico y grado de canalización antrópica que presentan; un índice de tecnonaturaleza de 1 corresponde a un máximo de naturaleza y un mínimo de tecnología, mientras un ITN de 14 corresponden a lo contrario (Ver Cuadro 1).

Desde una perspectiva operativa, es posible integrar los espacios prediales en una capa de información de

“espacios tecnonaturales” análoga a las capas de bioestructura, hidroestructura, tecnoestructura y espacios de gestión (*sensu* Gastó *et al.*, 1993). En esta capa se discriminan los espacios presentes en un predio problema a partir del ITN correspondiente a cada uno. A su vez, esta información puede expresarse mediante dos términos sintéticos: el índice de tecnonaturaleza predial (ITNP) y el índice de diversidad tecnonatural (IDTN).

**Cuadro 1. Caracterización de los espacios tecnonaturales e índices de tecnonaturaleza (ITN) correspondientes**

				ITN		
		Sin canalización		1		
ESPONTÁNEO	Canalización	Condicionantes vitales	Sin canalización de recursos	2		
			Con canalización de recursos	3		
	Recursos		Sin canalización de condicionantes vitales	4		
			Con canalización de condicionantes vitales	5		
ARTIFICIAL	Canalización	Condicionantes vitales	Sin canalización de recursos	6		
			Con canalización de recursos	7		
		Recursos	Con canalización de condicionantes vitales	Generación de recursos	Tecnologista	8
					Tecnificado	9
	Sin canalización de condicionantes vitales		Almacenaje y transformación		10	
				Tecnologista	11	
		Tecnificado	12			
		Almacenaje y transformación		13		
		Sin canalización		14		

Fuente: D'Angelo (1998)

El índice de tecnonaturaleza predial expresa la tecnonaturaleza promedio de un sistema predial y puede tomar un valor mínimo de 1 y máximo de 14. Puesto que las catorce categorías de espacios tecnonaturales se ordenan siguiendo un gradiente de tecnonaturaleza, un espacio con ITN= 1 corresponde a una situación con una relación tecnología/naturaleza mínima, mientras otro con un ITN= 14 corresponde a una relación máxima. A partir de esto, la fórmula para el cálculo del ITNP es la siguiente:

$$ITNP = \frac{1}{T ha} \sum_{i=1}^{14} ITN_i \times ha_i$$

donde, **T ha** es el total de hectáreas del predio problema; **ITN<sub>i</sub>** es el índice de tecnonaturaleza ítem (entre 1 y 14) correspondiente a un cierto número de espacios del predio problema; **ha<sub>i</sub>** es el total de hectáreas co-

respondientes a los espacios con el mismo ITN-ésimo.

En el Cuadro 2 se muestran los ITN asignados a los espacios de tres predios hipotéticos.

**Cuadro 2. Ejemplo de los espacios tecnonaturales presentes en tres predios hipotéticos (A, B y C) de 100 ha cada uno**

Espacio	ITN	A	B	C
Potreros con agricultura	11	90	9,8	50
Casa	6	0,2	0,2	0,2
Bosque con canalización de condicionantes vitales	2	9,8	90	49,8
Superficie total del predio (ha)	100	100	100	100

Fuente: D'Angelo (1998)

El ITNP correspondiente a cada caso predial es:

$$ITNP_A = \frac{1}{100} \times (90 \times 11 + 0,2 \times 6 + 9,8 \times 2) = 10,108$$

$$ITNP_B = \frac{1}{100} \times (9,8 \times 11 + 0,2 \times 6 + 90 \times 2) = 2,890$$

$$ITNP_C = \frac{1}{100} \times (50 \times 11 + 0,2 \times 6 + 49,8 \times 2) = 6,508$$

Los valores de ITNP indican un predominio marcado de espacios con arreglo artificial en A y con arreglo espontáneo en B. En el caso C existe un cierto balance entre espacios con arreglo espontáneo y artificial; al menos en principio, esto último podría facilitar el logro de los objetivos vinculados al uso múltiple del espacio predial.

### ÍNDICE DE DIVERSIDAD TECNONATURAL

El índice de diversidad tecnonatural (IDTN), expresa el número de espacios tecnonaturales distintos presentes y la importancia de cada uno en términos del área ocupada. Para el cálculo del IDTN aquí se aplica el índice de Shanon-Wiener

$$(H' = -\sum p_i \ln p_i)$$

### APLICACIÓN A CASOS HIPOTÉTICOS

En lo que sigue se presentan cinco de los once casos prediales hipotéticos analizados en el estudio original (D'Angelo, 1998), ordenados según un gradiente creciente de naturaleza; a partir de ellos y de un cierto número de ejemplos, se aborda el problema de incorporar naturaleza en el diseño predial, a través de la aplicación de los principios primarios de ordenación.

### DESARROLLO DE LOS CASOS

Los seis casos<sup>5</sup> que se presentan a continuación parten de una superficie total de 104 hectáreas y corresponden a situaciones que, con las salvedades del caso, pueden hallarse en el área Centro Norte de la provincia de Santa Fé (Argentina). Para la asignación de las superficies correspondientes a los espacios discriminados en cada caso, se utilizaron esquemas cartográficos *ad hoc* a una escala conveniente.

En el tratamiento de los casos problema, en primer término se incluye una caracterización estructural del predio identificando los espacios que constituyen la matriz, los parches y corredores, de acuerdo con el subsistema al que pertenece cada uno.

Posteriormente se presenta en forma tabulada el ITN asignado a cada espacio y la superficie correspondiente a cada uno; a partir de ellos, en una segunda tabla se

muestran los valores correspondientes a los índices de tecnonaturaleza y de diversidad predial.

Finalmente se incluye un esquema cartográfico del caso en cuestión y se efectúa el análisis correspondiente.

### CASO 1

#### Estructura del sistema

##### 1. Matriz.

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Potreros con agricultura.

##### 2. Parche

- a. Subsistema doméstico.
  - Casa.
  - Jardín peridoméstico.
- b. Subsistema agroproductivo.
  - Almacenaje y transformación.

##### 3. Corredor.

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Alambrados.
  - Alambrados con árboles aislados.

### ANÁLISIS

En este caso, la meta del sistema es agroproductiva extrema. Aplicando el marco conceptual desarrollado antes, puede considerarse que la segregación de espacios prediales resultante deriva de la posición del determinante de orden en el subsistema agroproductivo.

La matriz es de arreglos artificiales con canalización de recursos y sin canalización de condicionantes vitales (potreros con cultivos); los espacios con canalización de condicionantes vitales (casa y jardín) son arreglos artificiales que ocupan poca superficie (0,26 ha) (Figura 4). Lo precedente se manifiesta en la baja diversidad del sistema ( $H' = 0,141$ ; 7,9% del  $IDTN_{Máximo}$ <sup>6</sup>) y la elevada relación tecnología/naturaleza (ITNP= 11,02).

*Principio de diversidad.* Las consecuencias de la diversidad del sistema pueden evaluarse considerando las distintas dimensiones del diseño (funcional productiva, estética, de ocio y recreación y de impacto ambiental).

Desde una perspectiva funcional productiva, la baja diversidad  $\alpha$  y  $\beta$  puede derivar en un estado de alta productividad y baja sustentabilidad del sistema; Swift y Anderson (1994) consideran que esta relación entre sustentabilidad, productividad y diversidad es un fenómeno relativamente generalizado, y una consecuencia directa del proceso de intensificación agrícola (Figura 5).

<sup>5</sup> Por razones de disponibilidad de espacio sólo se presentan seis de los once casos analizados en el trabajo original

<sup>6</sup> El  $IDTN_{Máximo}$  es la máxima diversidad posible en un sistema predial, y deriva de considerar que la superficie total se distribuye equiproporcionalmente entre los espacios tecnonaturales presentes.

**Cuadro 3. Índice de tecnaturaleza y superficie correspondiente a elementos estructurales del CASO 1**

Elemento	Espacio	ITN	Sup (ha)	Nota
Matriz	Potrerros con agricultura	11	101,48	Espacio con arreglo artificial, canalización de recursos, sin canalización de condicionantes vitales y de tipo tecnologista. En cuanto a la diversidad, aquí se considera un único espacio formado por cuatro potrerros.
Parche	Casa	6	0,25	Arreglo artificial con canalización de condicionantes vitales, sin canalización de recursos.
	Jardín	6	0,01	El mismo ITN de la casa, aunque conformando un espacio distinto.
	Galpones para almacenaje y transformación	13	1,5	Arreglo artificial para canalización de recursos, sin canalización de condicionantes vitales, destinado a almacenaje y transformación.
Corredor	Alambrados	11	0,3	Con el mismo ITN del potrero, se lo distingue de éste por su contribución a la diversidad $\beta$ . La superficie asignada es producto del largo del alambrado por un ancho arbitrario de 0,5 m.
	Alambrados con árboles aislados	11	0,46	La discontinuidad de los árboles hace que el espacio no sea canalizador de condicionantes vitales; si esto ocurriera, el ITN pasaría a 8. La superficie del espacio asignado es el largo del alambrado por un ancho arbitrario de 5 m.

Fuente: D'Angelo (1998)

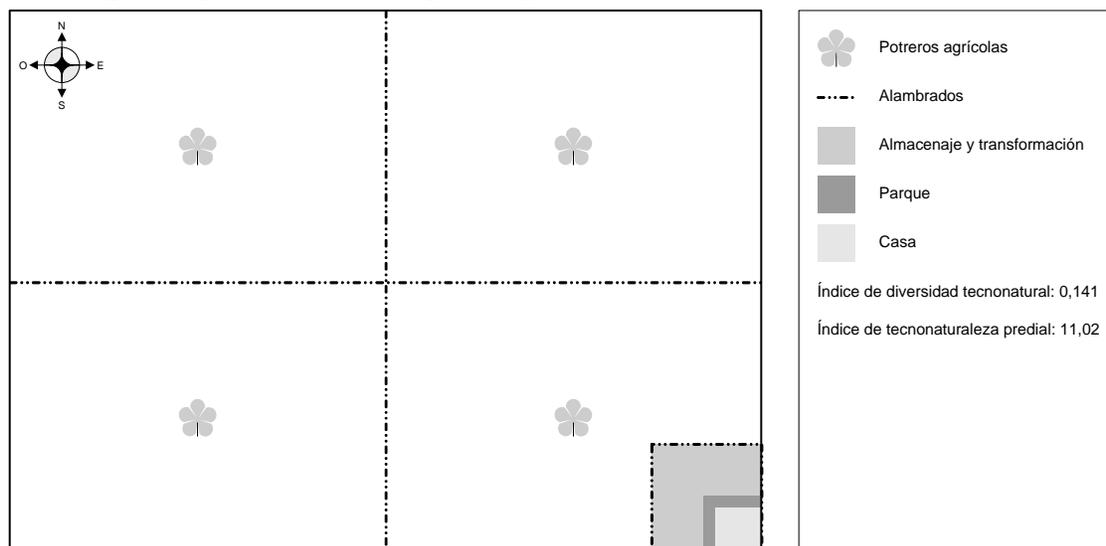
**Cuadro 4. Índices de tecnaturaleza y de diversidad tecnatural predial en el CASO 1**

Elemento	Nº Espacio	Sup.(ha)	pi	pi ln pi
Potrerros con agricultura	11	101,48	0,976	-0,024
Casa	6	0,25	0,002	-0,014
Jardines	6	0,01	0,000	-0,001
Galpones para almacenaje	13	1,5	0,014	-0,061
Alambrados	11	0,3	0,003	-0,017
Alambrados con árboles aislados	11	0,46	0,004	-0,024
$\Sigma = 104$				
IDTN =				0,141
ITNP =				11,02

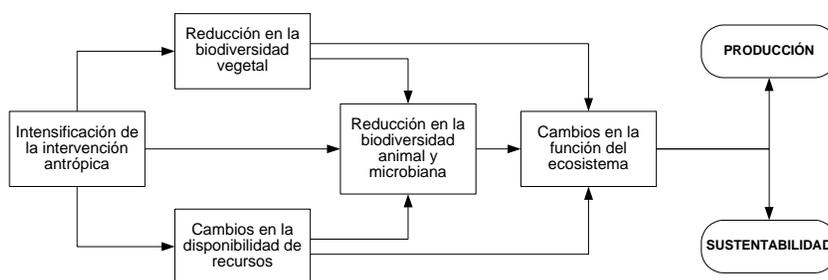
Fuente: D'Angelo (1998)

Aun cuando se ignoran los umbrales críticos para la pérdida de diversidad y las escalas de tiempo en las cuales ésta se torna importante, existen evidencias de que la biodiversidad, en niveles que van desde poblaciones a paisajes, es crítica para el mantenimiento de los sistemas agrícolas y naturales (Schulze y Mooney,

1994). Según Vitousek y Hooper (1994), el efecto más importante de la diversidad biológica es su potencial buffer sobre las propiedades y procesos biogeoquímicos que, en principio, pueden ser afectados por las fluctuaciones y los cambios direccionales en el ambiente.



**Figura 4. Caracterización de un sistema predial hipotético: CASO 1 (D'Angelo, 1998)**



**Figura 5. La pérdida de diversidad y sus consecuencias sobre la relación entre producción y sustentabilidad en el contexto de la intensificación agrícola (Tomado de Swift y Anderson, 1994)**

La baja diversidad  $\beta$  del sistema ( $H' = 0,141$ ) afecta negativamente a las dimensiones de estética y de ocio y recreación, particularmente por su efecto sobre la flora y la fauna silvestres. En este sentido, la expansión de los potreros quitando setos vivos y otros tipos de barreras, el drenaje de humedales y el uso de pesticidas pueden reducir la diversidad, eliminando hábitats y especies. A modo de ejemplo, van der Weijden *et al.* (1978; citado por Mather, 1986) mencionan una reducción del 53% en el área de distribución de la flora holandesa, como consecuencia del desarrollo agrícola. En este sentido, en el Cuadro 5 puede observarse el contraste entre el número de especies en predios modernizados y no modernizados en las tierras bajas de Inglaterra; la declinación de la fauna que ocurre en los primeros, es producto de las obras de drenaje, tratamientos de pasturas y nuevos criterios de delimitar los potreros. Es probable que las mismas tendencias puedan hallarse en la mayoría de las áreas agrícolas del mundo.

En términos generales, el aumento de la productividad suele ir acompañado por una reducción de la diversidad  $\beta$ .

Tal como se verá luego, aunque esto no parece ir en contra de una meta productiva, puede comprometer la flexibilidad adaptativa del sistema y los rasgos distintivos del paisaje local.

Respecto del efecto estético negativo de la baja diversidad, éste se relaciona con el principio de integración estético visual a escala de paisaje y sus observaciones son extrapolables a la escala predial.

El impacto ambiental de la baja diversidad puede tomar formas diferentes y su análisis requeriría del estudio de casos reales; no obstante, una de las situaciones más comunes ocurre cuando espacios con características biogeoestructurales diferentes (*sensu* Gastó *et al.*, 1993) se colocan dentro de un mismo espacio administrativo con un manejo uniforme.

*Principio de unidad.* La baja diversidad del sistema hace que la unidad sea aparentemente alta; en efecto el 97% de la superficie corresponde a espacios con ITN entre 11 y 13. Desde una perspectiva funcional productiva es probable que la unidad del sistema sea suficiente; sin embargo, no ocurre lo mismo con las dimensiones de estética y de ocio y recreación.

**Cuadro 5. Diferencias en el número de especies presentes en predios modernos y no modernizados en las tierras bajas de Inglaterra**

Grupos de animales	Predios no modernizados		Predios modernos	
	Hábitat	Núm. de especies	Hábitat	Núm. de especies
	<b>a.</b> Setos* y verjas gramíneas seminaturales		<b>a.</b> Alambrados con: i) gramíneas sembradas; ii) verjas gramíneas seminaturales	
Mamíferos		20		(i) 5 (ii) 6
Pájaros		37		(i) 6 (ii) 9
Lepidópteros (sólo mariposas)		17		(i) 0 (ii) 8
	<b>b.</b> Pasturas permanentes* (no tratadas)		<b>b.</b> Pasturas gramíneas <sup>#</sup>	
Lepidópteros (sólo mariposas)		20		0
	<b>c.</b> Lagunas permanentes y diques		<b>c.</b> Lagunas temporarias y aguas canalizadas	
Mamíferos (acuáticos)		2		0
Anfibios		5		2
Peces		9		0
Odonatos		11		0
Moluscos (sólo gastrópodos)		25		

Fuente: Mather (1986)

\* Incluye setos arbolados

<sup>#</sup> Incluye pastizales sobre suelos calcáreos.

En este sentido, el subsistema doméstico (casa y jardín) es un parche desconectado del resto del predio, lo cual restringe la habitabilidad al cuarto de hectárea ocupado por éste. Sin embargo, tal como se observa en algunos de los casos subsiguientes, la habitabilidad podría extenderse mediante espacios con ITN bajo adecuadamente diseñados.

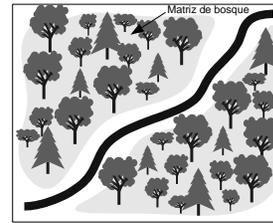
Respecto de la unidad estético-visual del sistema predial, aquí también son válidas las observaciones sobre la unidad a escala de paisaje.

*Principio de flexibilidad adaptativa.* Donde la relación predio/paisaje es de flexibilidad o continuidad (*sensu* Meews *et al.*, 1988), crece la importancia de los espacios con ITN bajo para el diseño.

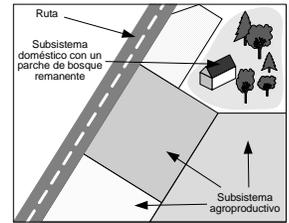
En este sentido, la mantención y/o generación de espacios con ITN bajos (*v.gr.* corredores de ribera, segmentos de vegetación natural, arboledas añosas) puede aumentar la flexibilidad del sistema a través de sus efectos sobre las distintas dimensiones de la ordenación. Por ejemplo, el pasaje desde una meta de ordenación productiva extrema a otra que también incluye ocio y recreación, puede ser facilitada por la conservación de espacios propicios para la canalización de condicionantes vitales. En este sentido, la alteración de un espacio cualquiera de bajo ITN (*v.gr.* bosque seminatural) debería estar pautada por su singularidad relativa y su tiempo de regeneración (Forman y Godron, 1986).

La singularidad relativa se refiere a la existencia o no de espacios similares; lo segundo, al tiempo que requeriría la regeneración del espacio alterado. En la Figura 6 se presenta un ejemplo de las consecuencias negativas de alterar espacios prediales sin considerar la flexibilidad adaptativa del sistema.

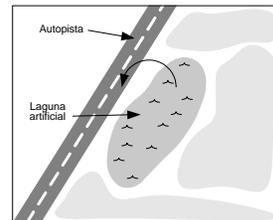
*Principio de identidad.* Como corolario del principio de simetría de Cuvier, puede postularse que los espacios con arreglo espontáneo (ITN bajo) expresan las singularidades ecológicas de una localidad particular.



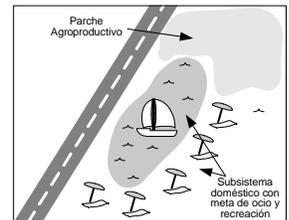
La matriz del paisaje está integrada por un ecosistema de bosque nativo; un corredor sinuoso de alta naturalidad cruza el espacio. El paisaje muestra alta unidad y flexibilidad adaptativa, baja diversidad y fuerte identidad.



En una parte del espacio se establece un predio agropecuario, en el que prevalece el carácter de matriz del subsistema agroproductivo; como parte del subsistema doméstico se observa un remanente del bosque nativo. Colindando con el predio se extiende una ruta. El espacio predial muestra baja unidad, alta diversidad  $\beta$  y flexibilidad adaptativa; es posible que la identidad sea alta por la presencia de remanentes boscosos.



La extracción de tierra para la construcción de una autopista vecina genera una ruptura del sistema predial. El espacio no es apropiado para la presencia humana. La diversidad, unidad, flexibilidad adaptativa e identidad del espacio remanente es baja.



El sistema predial se reordena en torno de la laguna artificial según una meta de ocio y recreación. La matriz definida por el subsistema doméstico incluye un parche de recursos (lago) e instalaciones para deportes náuticos; también ocurre un parche agroproductivo con finalidad recreacional. La eliminación de árboles añosos en el pasado restringe las posibilidades de diseño en el presente; la pérdida de suelo limita la flexibilidad adaptativa futura del sistema.

**Figura 6. Ejemplo de principio de flexibilidad adaptativa en un caso hipotético (D'Angelo, 1998)**

**Cuadro 6. Índice de tecnaturaleza y superficie correspondiente a elementos estructurales del CASO 2**

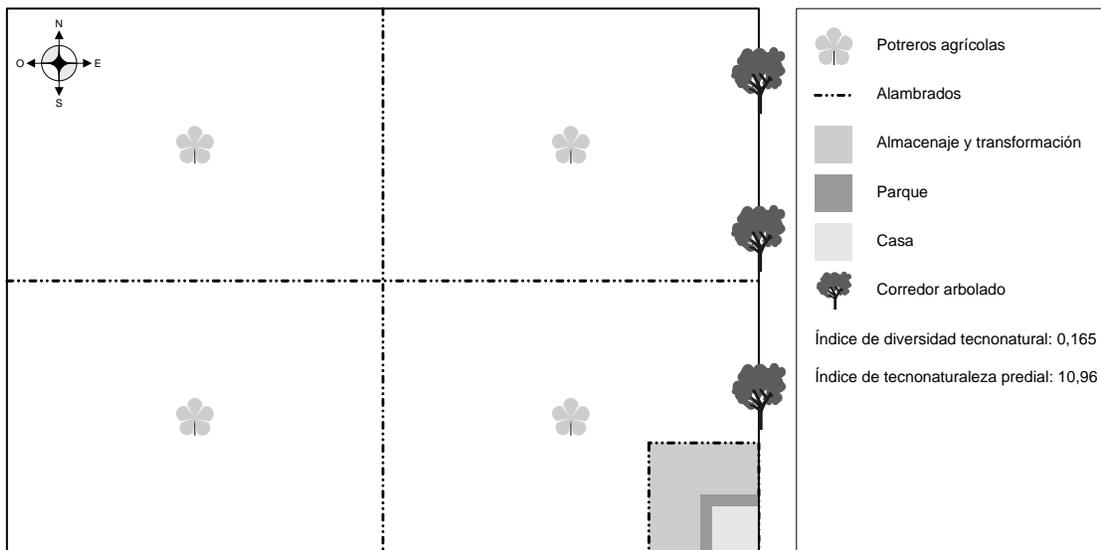
Elemento	Espacio	ITN	Sup (ha)	Nota
Matriz	Potreros con agricultura	1	101,1	La misma superficie y caracterización de los potreros que en el CASO 1.
Parche	Casa	6	0,25	Idem CASO 1.
	Parque	7	0,25	Arreglo artificial con canalización de condicionantes vitales como meta primaria y de recursos como meta secundaria (recolección de frutas y hortalizas). Idem CASO 1.
	Galpones para almacenaje y transformación	1 3	1,25	
Corredor	Alambrados	1	0,25	Idem CASO 1
	Cortinas arbóreas	6	0,9	Arreglo artificial con canalización de condicionantes vitales, sin canalización de recursos; el ancho del espacio es de 3 alturas ( $alt = 5$ m) a cada lado de la cortina. En cortinas internas se considera un ancho de 30 m, en cortinas perimetrales es de 15 m. El espacio de los corredores se descuenta de la superficie de los potreros colindantes; este descuento procura dimensionar al corredor por la extensión de sus efectos y no significa una reducción efectiva del espacio productivo del potrero.

Fuente: D'Angelo (1998)

**Cuadro 7. Índices de teconaturaleza y de diversidad teconatural predial en el CASO 2**

Elemento	Nº Espacio	Sup.(ha)	pi	pi ln pi
Potrerros con agricultura	11	101,1	0,97212	-0,0275
Casa	6	0,25	0,0024	-0,0145
Parque	7	0,25	0,0024	-0,0145
Galpones para almacenaje	13	1,25	0,01202	-0,0531
Alambrados	11	0,25	0,0024	-0,0145
Cortinas arbóreas	6	0,9	0,00865	-0,0411
		$\Sigma= 104$		
			IDTN=	0,165
			ITNP=	10,96

Fuente: D'Angelo (1998)



**Figura 7. Caracterización de un sistema predial hipotético: CASO 2 (D'Angelo, 1998)**

A partir de estas singularidades ecológicas, la presencia de este tipo de segmentos en el sistema predial permitiría que su identidad sea congruente con la del paisaje que lo entorna (principio de integración estético visual) y, al mismo tiempo, posea una identidad singular y distinta de la de otros sistemas prediales. Sin embargo, es probable que en paisajes con alta artificialización esta congruencia entre la identidad predial y la del paisaje sea poco importante.

El espíritu del lugar (*genius loci*) es otro componente importante de la identidad predial; respecto de éste, aquí se aplican las mismas observaciones hechas a escala de paisaje.

A partir de lo precedente, en el diseño del CASO 1 no parece ocurrir una expresión adecuada del principio de identidad.

## CASO 2

### Estructura del sistema

#### 1. Matriz

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Potrerros con agricultura.

#### 2. Parche

- a. Subsistema doméstico.
  - Casa
  - Parque
- b. Subsistema agroproductivo.
  - Almacenaje y transformación.

#### 3. Corredor

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Alambrados.
- b. Subsistema doméstico.
  - Cortinas arbóreas.

## CASO 3

### Estructura del sistema

#### 1. Matriz

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Potrerros con agricultura.

#### 2. Parche

- a. Subsistema doméstico.
  - Casa.
  - Parque.
- b. Subsistema agroproductivo.

- Almacenaje y transformación con canalización de condicionantes vitales.
- Subsistema agroproductivo y doméstico.
- Cortinas arbóreas.

### 3. Corredor

**Cuadro 8. Índice de tecnonaturaleza y superficie correspondiente a elementos estructurales del CASO 3**

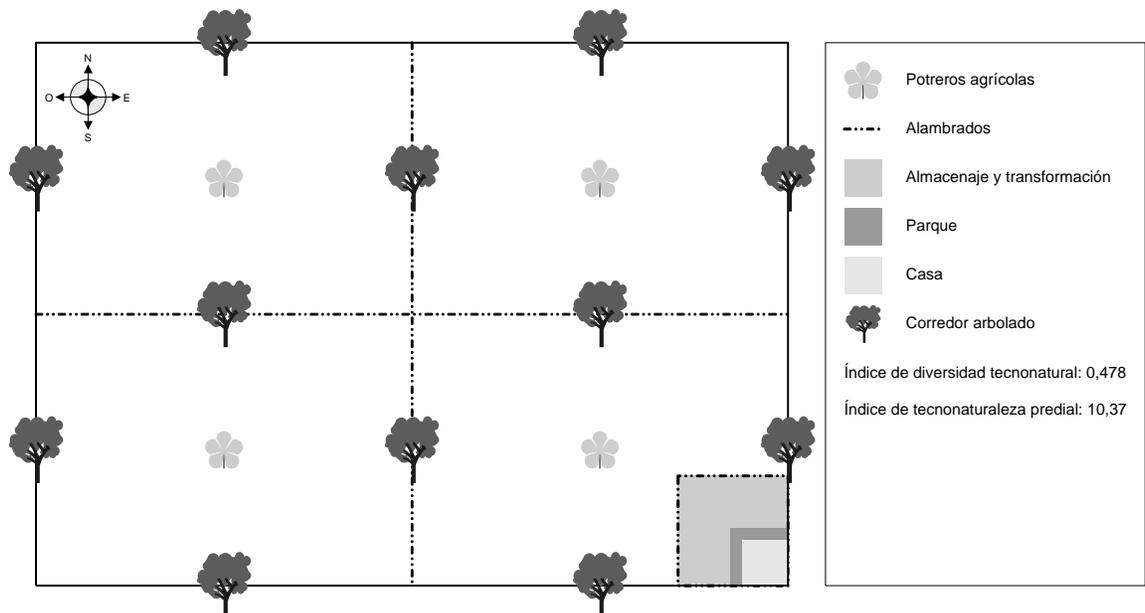
Elemento	Espacio	ITN	Sup. (ha)	Nota
Matriz	Potreros con agricultura	11	89,81	La misma superficie y caracterización de los potreros que en los casos 1 y 2.
Parche	Casa	6	0,25	Idem casos 1 y 2.
	Parque	7	0,75	Idem CASO 2.
	Galpones para almacenaje y transformación con canalización de condicionantes vitales	10	1,25	La incorporación de vegetación, senderos cuidados, etc. genera condicionantes vitales como meta secundaria de este espacio. El ITN pasa de 13 a 10..
Corredor	Cortinas arbóreas	6	11,94	Idem CASO 2 Arreglo artificial con canalización de condicionantes vitales, sin canalización de recursos; el ancho del espacio es de 3 alturas (alt= 5 m) a cada lado de la cortina. En cortinas internas se considera un ancho de 30 m, en cortinas perimetrales es de 15 m. El espacio de los corredores se descuenta de la superficie de los potreros colindantes. Aun cuando la presencia de las cortinas puede tener un impacto productivo negativo, este descuento no tiene significado productivo, sino que permite dimensionar un espacio adicional.

Fuente: D'Angelo (1998)

**Cuadro 9. Índices de tecnonaturaleza y de diversidad tecnonatural predial en el CASO 3**

Elementos	Nº Espacio	Sup.(ha)	pi	pi ln pi
Potreros con agricultura	11	89,81	0,86356	-0,1267
Casa	6	0,25	0,0024	-0,0145
Parque	7	0,75	0,00721	-0,0356
Galpones para almacenaje	10	1,25	0,01202	-0,0531
Cortinas arbóreas	6	11,94	0,11481	-0,2485
		Σ= 104		
			IDTN=	0,478
			ITNP=	10,37

Fuente: D'Angelo (1998)



**Figura 8. Caracterización de un sistema predial hipotético: CASO 3 (D'Angelo, 1998)**

## ANÁLISIS CASO 2 Y 3

A diferencia del CASO 1, en los CASOS 2 y 3 aumenta la importancia de la habitabilidad del sistema; como consecuencia de esto, el determinante de orden deja de estar centrado en el subsistema agroproductivo de un modo excluyente y se aproxima al subsistema doméstico, generando cambios en la segregación de los espacios prediales. Tanto en el CASO 2 como en el CASO 3, el espacio de jardín se transforma en parque con frutales, hortalizas y ornamentales ocupando 0,25 ha en el CASO 2 y 0,75 ha en el CASO 3; la inclusión de una canalización de recursos como meta secundaria aumenta el ITN de este espacio de 6 a 7 por la mayor intervención tecnológica.

En el CASO 2 se implanta una cortina arbórea mono-específica de árboles bajos (5 m alt) sobre el lado este del predio (Figura 7) que aquí se considera parte del subsistema doméstico. En el CASO 3 (Figura 8) la cortina se extiende a todo el perímetro predial y a lo largo de los alambrados internos; en este caso, su propósito es tanto doméstico como agroproductivo, por lo que forma parte de ambos subsistemas. Tanto en el CASO 2 como en el CASO 3 se reduce el espacio destinado a almacenaje (1,5 a 1,25 ha); en el CASO 3, en este espacio también ocurre una canalización de condicionantes vitales como meta secundaria (ITN pasa de 13 a 10). Esto se logra mediante la implantación de árboles y plantas ornamentales y el trazado de senderos naturales (Figura 9).



**Figura 9. Espacio con arreglo artificial para canalización de recursos con canalización de condicionantes vitales. Lechería en las proximidades de un camino vecinal; la vegetación atenúa el impacto estético-visual de la construcción. No obstante, los olores producidos generan un impacto negativo sobre las viviendas vecinas**

Los espacios con ITN bajos que se agregan en los dos casos modifican ligeramente el ITNP en el CASO 2 ( $ITNP_2 = 10,96 (-0,06)^7$ ) y algo más en el CASO 3 ( $ITNP_3 = 10,37 (-0,65)$ ). En ambos casos aumenta la

diversidad en relación con el CASO 1; mientras en el CASO 2 el aumento es pequeño ( $IDTN_2 = 0,165 (+0,024)$ ) en el CASO 3 éste es importante ( $IDTN_3 = 0,478 (+0,337)$ ).

A partir de lo precedente, se observa que la incorporación de espacios longitudinales (v.gr. cortinas arbóreas) puede modificar significativamente la diversidad del sistema sin afectar al ITNP. La no modificación del ITNP implica que el arreglo y canalización de los espacios prediales dominantes se mantiene; en otros términos, esto significa que el aumento de la diversidad no afecta necesariamente la meta del sistema.

*Principio de diversidad.* Tal como se mencionara antes, el aumento de la diversidad del sistema puede afectar las diferentes dimensiones de la ordenación de distintas maneras.

Respecto de lo funcional productivo, el aumento de la diversidad a través de la incorporación de corredores arbolados puede tener algunas consecuencias ecológicas importantes; entre éstas, los corredores pueden: i) generar efectos biológicos y ambientales; ii) ser parte del nicho de ciertas especies; y iii) servir de ruta o conducto para el movimiento de algunos animales. En los paisajes altamente transformados la importancia de las dos primeras funciones puede ser significativa; respecto de la función de ruta o conducto, ésta depende de la presencia de parches u otros corredores poco transformados con los cuales conectarse.

Según Forman y Godron (1986), los corredores arbolados, setos, etc. incorporados a una matriz de cultivos, poseen las siguientes características microambientales:

- Las principales entradas a los corredores leñosos (cortinas arbóreas, setos, etc.) son la radiación solar, precipitaciones y viento.
- Los corredores tienen un menor albedo que un campo abierto, por lo que absorben más energía calórica. En las proximidades del suelo, ocurre un ambiente más húmedo que en los campos adyacentes
- En el tope de los corredores, la velocidad del viento excede la de los campos adyacentes, mientras en el interior del corredor, cerca del suelo, la velocidad es menor.
- La evaporación en el corredor es menor que en los campos adyacentes; como consecuencia de esto, en las proximidades del suelo el ambiente es algo más húmedo. En la parte superior del corredor la transpiración puede ser mayor por el efecto del viento.
- El nivel de materia orgánica en el suelo del corredor suele ser mayor.

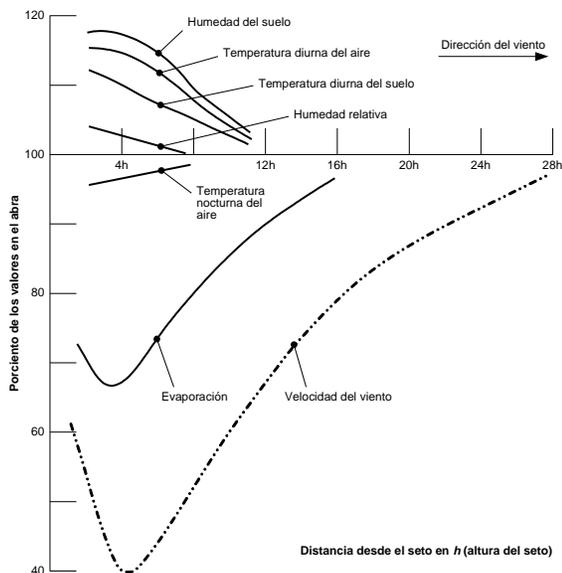
Sintetizando lo precedente, se advierte que las condicionantes microambientales varían considerablemente desde la parte superior a la base del corredor y, desde

<sup>7</sup> Diferencia en la comparación de referencia.

un lado a otro de acuerdo con la dirección del viento. Por otra parte, el extremo superior del corredor puede estar sujeto a mayores fluctuaciones ambientales que la parte interna y próxima al suelo.

En sistemas con meta agroproductiva, los corredores de vegetación pueden generar efectos biológicos-ambientales importantes; entre éstos sobresalen los vinculados al viento y los diferentes elementos que pueden ser transportados por éste: sonido, gases, partículas y aerosoles. Los corredores también pueden cumplir una función importante ocultando espacios generadores de contaminación visual (v.gr. rutas colindantes con el predio).

El viento tiene un efecto ecológico importante a través de su influencia sobre los balances hídrico y calórico, la evapotranspiración, etc. En este sentido, en el espacio predial es posible incorporar estructuras capaces de alterar el flujo de aire aplicando principios bien conocidos; en algunos casos interesa acentuar el efecto del viento, en otros atenuarlo. En la Figura 10 se observa el efecto en barlovento de un corredor de setos regenerados sobre el microambiente de un espacio adyacente; en la Figura 11 se muestran los patrones microclimáticos esperados entre dos corredores de setos regenerados.

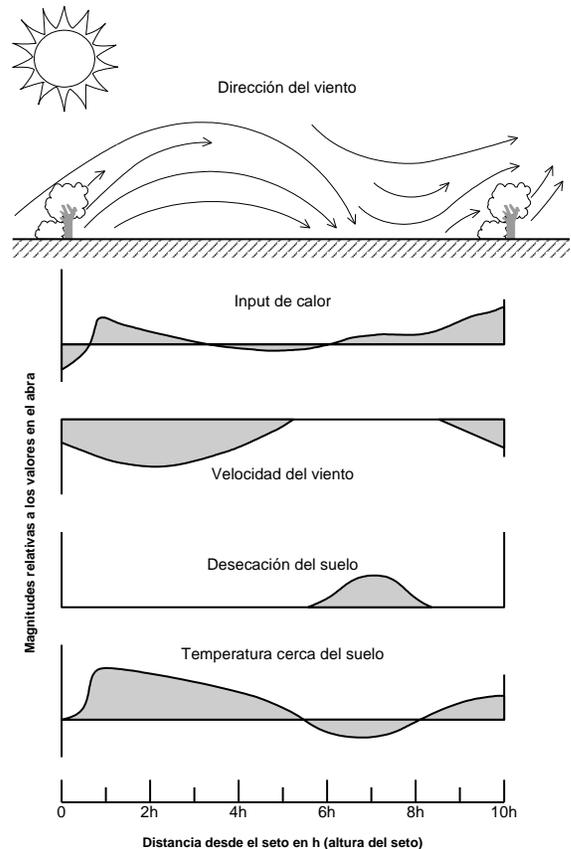


**Figura 10. Efectos del seto sobre el microambiente de un campo con cultivos en barlovento (Tomado de Forman y Godron, 1986)**

La vegetación también puede ser importante para el movimiento y disipación del sonido, especialmente cuando se trata de sonidos de alta frecuencia<sup>8</sup>. La efectividad de las pantallas sonoras depende del ancho de

<sup>8</sup> El sonido es una forma de energía que se mueve en el paisaje siguiendo una trayectoria lineal con ondulaciones u ondas a lo largo de tal trayectoria. Los diferentes sonidos tienen diferentes *longitudes de onda*, las que se miden en hertz o ciclos por segundo. Los sonidos de frecuencias más altas suelen ser más sonoros que los de frecuencias más bajas.

la cortina leñosa y de las especies que la componen. En efecto, las cortinas excesivamente angostas no suelen ser efectivas; por otra parte, las especies perennifolias tienden a rebotar más el sonido, mientras las caducifolias lo absorben. De acuerdo con esto, Forman y Godron (1986) sostienen que el mejor efecto podría lograrse con una mezcla de diferentes tipos de especies, en una faja de ancho suficiente y con una orientación apropiada.



**Figura 11. Patrones microclimáticos esperados en un campo de cultivo entre dos setos (Tomado de Forman y Godron, 1986).**

La vegetación también puede tener un efecto de filtrado sobre ciertos gases, partículas y aerosoles. Respecto de los gases, la efectividad del filtrado depende de factores tales como: velocidad del viento, cantidad de gas que ingresa, altura, tipo y biomasa de la vegetación, etc. Cuando la acumulación de partículas y aerosoles excede la capacidad de intersección de la vegetación, ésta sólo puede recuperarse por el lavado del follaje, por lo general a través de las lluvias; en estas circunstancias, es posible que las sustancias lavadas afecten negativamente a las poblaciones de vertebrados e invertebrados presentes en el suelo (Forman y Godron, 1986).

Además de los efectos biológicos y ambientales mencionados, la presencia de corredores leñosos, herbáceos o mixtos, implantados o espontáneos, puede crear nuevos nichos o extender los existentes. Respecto de

las especies silvestres presentes en los corredores de vegetación, Forman y Godron (1986) sostienen que en éstos no existen especies exclusivas y que la gran mayoría también ocurre en otros hábitats. En el caso de los corredores leñosos regenerados, la vegetación es similar a la de los bordes de los bosques. En áreas en las que abundan los bosques entremezclados con campos de cultivo, las especies de los corredores son más

abundantes en el bosque y en los campos adyacentes que en el propio corredor; por el contrario, en áreas en las que no abundan los bosques, el corredor puede ser un reservorio importante de especies. En el Cuadro 10 se muestra un ejemplo de la importancia de los setos en el flujo de especies entre diferentes elementos del paisaje.

**Cuadro 10. Movimiento de pájaros y pequeños mamíferos entre bosques, corredores(setos) y campos agrícolas en Ontario**

Mes	Bosques y setos	Movimientos entre: Bosques y campos	Setos y campos
<b>Pájaros</b>			
Mayo	121 (58 %)	16 (8 %)	71 (34 %)
Junio	100 (52 %)	18 (9 %)	73 (38 %)
Julio	64 (80 %)	2 (3 %)	14 (18 %)
Agosto	130 (88 %)	6 (4 %)	11 (8 %)
Septiembre	291 (89 %)	24 (7 %)	12 (4 %)
Octubre	66 (79 %)	3 (4 %)	15 (18 %)
<b>Total</b>	<b>772 (74 %)</b>	<b>69 (7 %)</b>	<b>196 (19 %)</b>
<b>Pequeños mamíferos</b>			
Mayo-junio	18 (90 %)	1 (5 %)	1 (5 %)
Julio-agosto	36 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Septiembre-octubre	28 (62 %)	14 (31 %)	3 (7 %)
<b>Total</b>	<b>82 (81 %)</b>	<b>15 (15 %)</b>	<b>4 (4 %)</b>

Fuente: Wegner y Merriam (1979), citado por Forman y Godron (1986)

La diversidad de vertebrados e invertebrados presentes en los corredores puede ser significativamente mayor que en los campos adyacentes por la mayor variedad de microhábitats. Respecto de los insectos, Lewis (1969), citado por Forman y Godron (1986), observó una mayor diversidad de insectos en los corredores mixtos que en los campos de agricultura y ganadería vecinos; aunque este autor no advirtió un predominio marcado de algún grupo, menciona una abundancia importante de himenópteros y dípteros, muchos de ellos parásitos.

El efecto de los corredores de vegetación sobre los cultivos es un tema polémico, en parte por la escasa información disponible al respecto. Entre los efectos negativos de los setos para la producción, Forman y Godron (1986) mencionan la superficie que quitan a los cultivos, la competencia por humedad y nutrientes, la modificación del ambiente lumínico, la mayor presencia de especies, plagas, etc. Entre los efectos positivos de los corredores, Barret (1992) sostiene que éstos se vinculan a distintas influencias sobre la dinámica de las poblaciones. En estudios hechos en campos con soja por Kemp y Barret (1989), citados por Barret (1992), se observó que *Empoasca fabae* eludía los corredores gramínicos implantados entre los potreros y era significativamente más escasa en sus proximidades; según estos autores, esto sugiere la existencia de una "resistencia asociativa" (*sensu* Altieri, *et al*, 1977, citado por Barret, 1992) a la invasión de adultos migratorios. En este mismo estudio también se obser-

vó un efecto mayor del hongo patógeno *Nomuraea riley* sobre *Plathypena scabra* en los potreros de soja divididos por este tipo de corredores. En sus conclusiones, Kemp y Barret (1989) mencionan que los corredores gramínicos plantados parecen ser más efectivos en la reducción de los insectos desfoliadores que los corredores regenerados y que representan una alternativa importante al uso de insecticidas en agroecosistemas sojeros.

Aunque tanto en el CASO 2 como en el CASO 3 la meta del sistema es principalmente agroproductiva, el aumento de la diversidad derivado de la presencia de corredores puede tener un impacto positivo sobre las dimensiones de estética y de ocio y recreación.

Respecto del ocio y la recreación, los efectos microambientales generados por los corredores y la posibilidad de una mayor riqueza y diversidad de la flora y fauna silvestres pueden favorecer la habitabilidad del sistema. Para esto será necesario aplicar soluciones de diseño que contribuyan a aumentar la biodiversidad de un modo integrado con las prácticas agrícolas existentes.

En los sistemas carentes de un subsistema natural importante (casos 1-6) la posibilidad de aumentar la biodiversidad de especies silvestres debe centrarse en el desarrollo de diferentes tipos de corredores y en los espacios remanentes del subsistema agroproductivo. En relación con los corredores, Payne y Bryant (1986) distinguen los corredores leñosos de vegetación remanente (fencerows), los setos regenerados (hedgerows),

las cortinas arbóreas (shelterbelts) y los bordes mixtos.

En muchas áreas los corredores leñosos remanentes son los últimos vestigios de la vegetación original; de acuerdo con los autores mencionados, estos espacios deberían preservarse, mantenerse y restaurarse, aun cuando puedan promover la presencia de algunas especies indeseables. Entre las recomendaciones específicas para estos corredores se incluyen: i) asegurar un ancho mínimo de 3 m; ii) estructurarlos como mosaicos mediante cortes y talas selectivos y iii) retener o crear uno o dos árboles muertos en pie (>46 cm DAP y 10 o más m de alto) por kilómetro de corredor. Los árboles aislados en los campos de cultivo, también pueden cumplir una función importante en este sentido.

Los setos regenerados son fajas de vegetación mixtas (hierbas y leñosas) que se extienden a lo largo de los alambrados si son protegidos (Figura 12). Según Payne y Bryant (1986), éstos deberían tener un ancho de unos 3 m con postes a 6 m y, alambres a un metro de altura para que los pájaros se posen; además, sería posible enriquecerlos plantando hileras de arbustos y coníferas u otras especies.

Las cortinas arbóreas son corredores antrópicos formados por hileras de árboles y arbustos con la finalidad de actuar como cortavientos. Respecto de ellas, Payne y Bryant (1986) recomiendan lo siguiente:

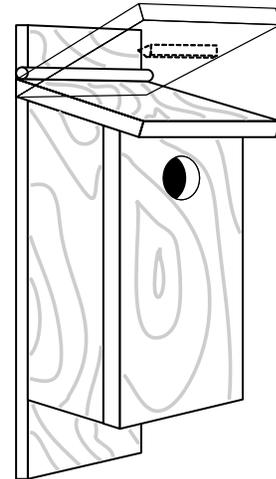
- Preservar todas las cortinas existentes.
- Las cortinas, para ser efectivas, deben tener no menos de 0,6 ha de superficie y una relación largo:ancho de 7 ú 8:1.
- Si los elementos leñosos presentes no tienen una estructura adecuada para alojar pájaros, sería conveniente instalar cajas de anidamiento para favorecer la presencia de ciertas especies (Figura 13).
- Promover la diversidad estructural.



**Figura 12. Ejemplo de setos regenerados a lo largo de alambrados perimetrales en campos agrícolas**

Estos autores también advierten sobre los problemas

de fragmentación que pueden derivar de la ubicación incorrecta de estos elementos; también advierten sobre las consecuencias ecológicas indeseables de unir espacios que nunca estuvieron conectados.



**Figura 13. Características de un nido artificial para pájaros cantores (Tomado de Payne y Bryant, 1986)**

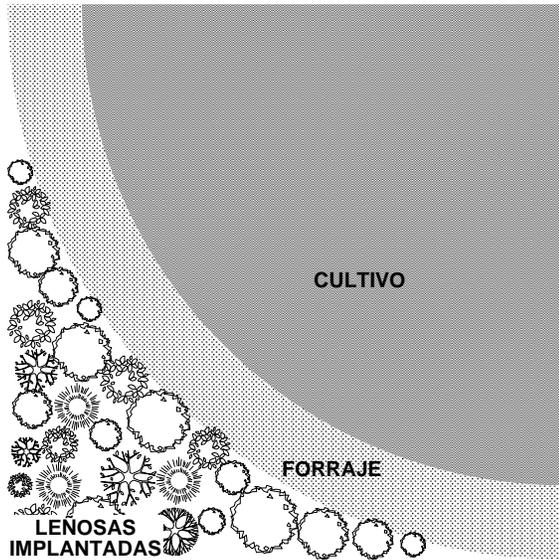
Los bordes mixtos son fajas de vegetación herbácea y leñosa de rápido crecimiento y alta resiliencia<sup>9</sup> ubicados entre los potreros y a lo largo del perímetro del predio. Además de beneficiar a la fauna por la mayor diversidad horizontal y vertical, estos bordes pueden contribuir a reducir la erosión, mejorar la calidad del agua, entre otros aspectos.

Según Payne y Bryant (1986), los bordes mixtos deberían tener un ancho no menor de 5 m; en sistemas con metas más orientadas a la recreación podría promoverse una mayor presencia de fauna mediante cultivos de granos en fajas de 3 a 9 m de ancho, en torno de los corredores de vegetación remanente o parches leñosos.

Los espacios remanentes del subsistema agroproductivo son extensiones pequeñas comúnmente excluidas del cultivo; *v.gr.* áreas erosionadas, lagunitas temporarias, rincones de los potreros, etc. En términos generales, Payne y Bryant (1986) consideran que al menos la mitad del área de un espacio remanente debería tener una buena cobertura de hierbas y leguminosas y una altura de la vegetación adecuada a los requerimientos de nidificación de las especies. En algunos casos, estos espacios reúnen estos requisitos naturalmente y sólo deben ser preservados del fuego y el pastoreo; en otros, puede ser necesario sembrar o implantar especies apropiadas (Figura 14).

Respecto de lo estético, el aumento de la diversidad puede mejorar la atracción visual del sistema; sin embargo, también significa mayores dificultades de diseño y una mayor probabilidad de efectos indeseables.

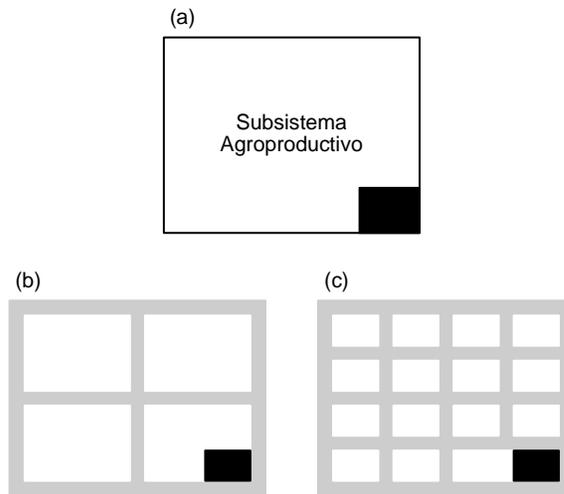
<sup>9</sup> La resiliencia se refiere a la velocidad con la que una comunidad puede retornar al estado inicial después de un disturbio.



**Figura 14. Área remanente en un sistema de riego por pivote. La plantación de árboles y arbustos y la siembra de una faja con forrajeras herbáceas crea un hábitat propicio para la fauna silvestres (Tomado de Payne y Bryant, 1986)**

*Principio de unidad.* La diversidad y la unidad del sistema son principios complementarios, entre los cuales debe alcanzarse un balance apropiado; por este motivo, la mayoría de los conceptos desarrollados antes también son aplicables al principio de unidad. Tal como se mencionara en el párrafo previo, la presencia de nuevos espacios significa mayores posibilidades de diseño, pero también problemas adicionales para la integración funcional productiva de los espacios, la calidad estética y la habitabilidad del sistema. En lo funcional productivo, la incorporación de espacios adicionales puede tener efectos negativos sobre la producción, *v.gr.* dificultando el movimiento de maquinarias y en los aspectos biológicos y microambientales ya mencionados. Algunos de estos problemas pueden solucionarse con un diseño adecuado (arquitectura de los corredores, tipo de especies usadas, etc.) otros deberán contabilizarse como costos productivos a favor de una mayor habitabilidad del sistema. En este sentido, la apreciación del valor, tanto formal como informal, se torna un componente necesario de cualquier proceso racional de toma de decisiones. Cuando el problema se refiere a la incorporación de espacios con ITN bajos, es importante comprender la relación entre aquello que puede evaluarse adecuadamente mediante técnicas económicas y aquello que se ubica fuera del dominio de la economía. Respecto de esto, Lockwood (1997) desarrolla una teoría integrada del valor para áreas naturales que, en principio, podría adecuarse a la escala predial; una característica importante de la metodología propuesta por este autor, es la posibilidad de incorporar criterios metafísicos en la evaluación del espacio.

En una dimensión estética, la incorporación de corredores puede aumentar la fragmentación del espacio, generando un efecto negativo sobre el principio de unidad. Sin embargo, el mayor número y diversidad de espacios que ocurren en el CASO 3 parecen generar un balance apropiado entre los elementos presentes; de este modo, en lugar de fragmentar el sistema, aquí los corredores integran visualmente a la matriz de potreros con los parches. Donde el número de corredores aumenta excesivamente, puede generarse un impacto visual negativo por la elevada simetría, la falta de transición entre los elementos presentes y la percepción de los corredores como ejes de ordenación nítidos (Figura 15); en el CASO 3, la presencia de corredores no afecta al principio de unidad estética - visual.



**Figura 15. El efecto de los corredores sobre la unidad del sistema en tres casos hipotéticos: a) fragmentación de los subsistemas doméstico (rectángulo negro) y agroproductivo por la ausencia de corredores; b) los corredores aumentan la diversidad y la unidad del sistema; c) un número excesivo de corredores deriva en la fragmentación del sistema (D'Angelo, 1998)**

*Principio de flexibilidad adaptativa.* En estos dos casos pueden aplicarse las mismas observaciones generales hechas en el CASO 1. En el CASO 3, la mayor diversidad, derivada de espacios con ITN bajos, hace que la meta productiva sea compatible con una mayor habitabilidad del sistema. En circunstancias en las que ocurre un aumento de la valoración de la vida rural, la presencia de estos espacios adicionales puede facilitar la adecuación del predio a este nuevo tipo de demanda.

*Principio de identidad.* A diferencia del CASO 1, la incorporación de espacios adicionales con ITN bajos significa mayores posibilidades de diseño; a partir de ellas, también es posible acentuar la identidad del sistema.

## CASO 7

### Estructura del sistema

#### 1. Matriz

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Potreros con agricultura.
  - Potreros con ganadería sobre pasturas cultivadas.

#### 2. Parche

- a. Subsistema doméstico.
  - Casa.

- Parque.
- b. Subsistema agroproductivo.
  - Almacenaje y transformación.
  - Potrero de monte con ganadería.

#### 3. Corredor

- a. Subsistema agroproductivo y doméstico.
  - Alambrados.
  - Cortinas arbóreas..
- b. Subsistema doméstico.
  - Alameda.

**Cuadro 11. Índice de tecnaturaleza y superficie correspondiente a elementos estructurales del CASO 7**

Elemento	Espacio	ITN	Sup (ha)	Nota
Matriz	Potreros con agricultura	11	48,1	
	Potreros con ganadería	11	25,78	
Parche	Casa	6	0,25	
	Parque	7	0,75	No incluye canalización de condicionantes vitales.
	Galpones para almacenaje y transformación	13	1	
	Potreros de monte con ganadería	4	23,5	Arreglo espontáneo con canalización de recursos, sin canalización de condicionantes vitales. Éstos, en este tipo de espacio, significan una intervención tecnológica adicional (raleo, caminos, etc.) por lo que el ITN sería 5; cuando la meta primaria es canalizar condicionantes vitales y la secundaria canalizar recursos, es posible que la intervención tecnológica deba ser menor* (ITN= 3).
Corredor	Alambrados	11	0,16	
	Cortinas arbóreas	6	2,85	
	Alameda	6	1,61	

Fuente: D'Angelo (1998)

\*Esta es una asunción hipotética que debería validarse a través del estudio de casos reales.

**Cuadro 12. Índices de tecnaturaleza y de diversidad tecnatural predial en el CASO 7**

Elemento	Num. Espacio	Sup.(ha)	pi	pi ln pi
Potreros con agricultura	11	48,1	0,4625	-0,3566
Potreros con ganadería	11	25,78	0,24788	-0,3457
Casa	6	0,25	0,0024	-0,0145
Parque	7	0,75	0,00721	-0,0356
Galpones para almacenaje	13	1	0,00962	-0,0447
Potreros de monte para ganadería	4	23,5	0,22596	-0,3361
Alambrados	11	0,16	0,00154	-0,01
Cortinas arbóreas	6	2,85	0,0274	-0,0986
Alameda	6	1,61	0,01548	-0,0645
		Σ= 104		
			IDTN=	1,306
			ITNP=	9,18

Fuente: D'Angelo (1998)

### ANÁLISIS

Tal como en los casos anteriores, la segregación de los espacios prediales, en parte, deriva de la centralización del determinante de orden en el subsistema agroproductivo; a diferencia de aquellos, aquí se observa una menor linealidad de los potreros por la presencia de espacios con receptividad tecnológica media (potreros de monte con ganadería) que conservan sus límites naturales (Figura 16).

La alta diversidad del sistema (IDTN<sub>7</sub>= 1,306) resulta de la segregación del subsistema agroproductivo en tres elementos distintos con valores de importancia elevados: un parche de monte con ganadería (23,5 ha), dos potreros con agricultura (48,1 ha) y un potrero con pasturas y ganado (25,78 ha), ambos integrantes de la matriz. La presencia del parche de monte (ITN= 4) genera una cierta declinación del ITNP (9,18).

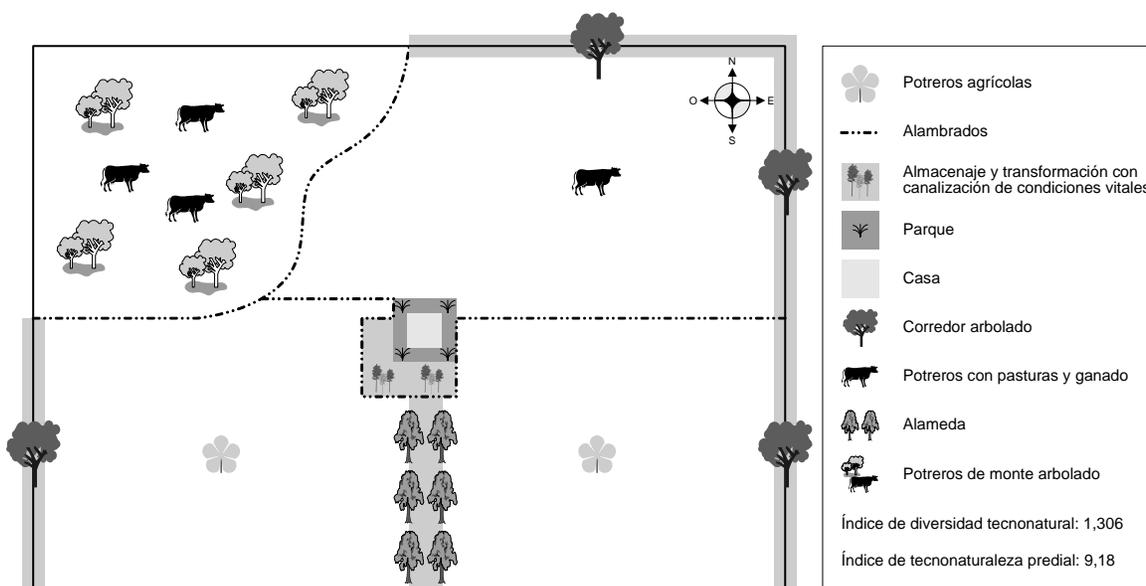


Figura 16. Caracterización de un sistema predial hipotético: CASO 7 (D'Angelo, 1998)

*Principio de diversidad.* El agregado de un espacio con arreglo espontáneo en el subsistema agroproductivo significa un aumento de la diversidad del sistema y, al mismo tiempo, la ocurrencia de problemas de integración ecológica y estética visual con los demás espacios. Respecto de esto, Forman y Godron (1986) mencionan que cualquier actividad de manejo del paisaje debería considerar la identidad de los elementos del paisaje presentes, los flujos entre ellos y los cambios que ocurren en el tiempo. Sin embargo, en el CASO 7 el problema de diseño y manejo se reduce, porque la meta no incluye la canalización de condicionantes vitales de los espacios agroproductivos.

*Principio de unidad.* En este caso, el espacio de monte no está integrado ni visual ni ecológicamente con el resto del sistema. La no integración con el subsistema doméstico se evidencia por la ausencia de corredores apropiados para el movimiento de personas, posiblemente por la falta de nodos de atracción (*v.gr.* cuerpos de agua aptos para pesca) que motiven los desplazamientos. La no integración con otros espacios agroproductivos se evidencia en el fuerte contraste ecológico entre el funcionamiento y arquitectura de las comunidades con arreglo espontáneo y, artificial; y en la falta de unidad estético visual existente.

Aunque las descripciones que se desarrollan no permiten el análisis extrapredial, es factible que los parches de baja receptividad tecnológica que existen en el predio, se repitan con cierta frecuencia en el paisaje que lo entorna; de ser así, el diseño del predio no sólo recibiría la influencia de un determinante de orden intrapredial, sino también extrapredial; y la aplicación del principio de unidad debería extenderse hasta la escala de paisaje.

*Principio de flexibilidad adaptativa.* La aplicación de

un nivel de artificialización bajo (ganadería extensiva) en los espacios de baja receptividad tecnológica (monte) significa una intervención acorde con la vulnerabilidad del sistema y probablemente congruente con este principio. En caso de aumentarse la habitabilidad del predio mediante la integración del subsistema doméstico con el agroproductivo, es posible que esta flexibilidad se incremente aún más.

*Principio de identidad.* El predio posee elementos potencialmente apropiados para el desarrollo de una identidad importante: alameda, cortinas perimetrales y espacio de monte. Sin embargo, la integración inadecuada de estos espacios, resulta en una solución de diseño probablemente deficiente en este sentido.

## CASO 10

### Estructura del sistema

#### 1. Matriz

- a. Subsistema natural.
  - Monte con canalización de condicionantes vitales y ganadería.
  - Monte zoológico con fauna nativa y canalización de condicionantes vitales.
  - Monte con canalización de condicionantes vitales sin ganadería.
  - Laguna<sup>10</sup>.

#### 2. Parche

- a. Subsistema doméstico.
  - Casa.
  - Nodos de vegetación<sup>11</sup>.
  - Parque.

<sup>10</sup> A diferencia del caso 9, la laguna deja de ser parche y pasa a ser parte de la matriz definida por el subsistema natural.

<sup>11</sup> Se destinan a mejorar las condiciones de los senderos para jinetes y ciclistas; por esto, se los ubica en el subsistema doméstico.

- Bungalows.
- Área de deportes.
- b. Subsistema agroproductivo.
  - Almacenaje y transformación con canalización de condicionantes vitales.
  - Potrero con agricultura y canalización de condicionantes vitales.
- c. Subsistema de asimilación y disipación.

### 3. Corredor

- a. Subsistema agroproductivo y doméstico.
  - Cortinas arbóreas.
  - Setos implantados.
- b. Subsistema doméstico.
  - Alameda.
  - Senderos para cabalgatas o ciclovías.

**Cuadro 13. Índice de tecnonaturaleza y superficie correspondiente a los elementos estructurales del CASO 10**

Elemento	Espacio	ITN	Sup (ha)	Nota
Matriz	Monte con canalización de condicionantes vitales y ganadería	5	32	La presencia de tecnoestructura per se no afecta la naturalidad del espacio; sin embargo, en este caso, el número elevado y disposición agregada de los bungalows genera un impacto antrópico importante. Por esto, el ITN de este espacio es 3 en vez de 2.
	Monte zoológico con fauna nativa	2	12,64	
	Monte con canalización de condicionantes vitales, sin ganadería	3	11,61	
	Laguna	3	2,25	
Parche	Casa	6	0,25	Arreglo artificial con canalización de condicionantes vitales, sin canalización de recursos.
	Parque	7	0,75	
	Bungalows	6	0,41	
	Área de deportes	6	2,53	
	Nodos de vegetación	6	1,4	
	Almacenaje y transformación con canalización de condicionantes vitales	10	1	
	Potreros con agricultura y canalización de condicionantes vitales	8	22	
Subsistema de asimilación y disipación	12	0,06	Arreglo artificial con canalización de recursos*.	
Corredor	Cortinas arbóreas	6	6	El ancho de los senderos varía entre 8 y 30 m de acuerdo con el flujo estimado de usuarios en distintos sectores del predio.
	Setos implantados	6	0,4	
	Alameda	6	5	
	Senderos con setos para cabalgatas o ciclovías	6	5,7	

Fuente: D'Angelo 1998)

\* Los recursos canalizados por este subsistema son aquellos depurados como consecuencia de su funcionamiento (agua, materia orgánica, etc.).

### ANÁLISIS

En este caso existe un subsistema natural con una identidad particularmente apropiada para la canalización de condicionantes vitales y una meta orientada a la mayor habitabilidad del sistema. Ante esto, el determinante de orden se ubica en los subsistemas natural y doméstico y se expresa en una matriz integrada por cuatro espacios del subsistema natural: monte zoológico, montes con canalización de condicionantes vitales con y sin ganadería y, laguna (Figura 17).

A diferencia de los casos precedentes aquí ocurre un número mayor de espacios distintos, en particular de aquellos por debajo de las 6 ha; esto se expresa en un

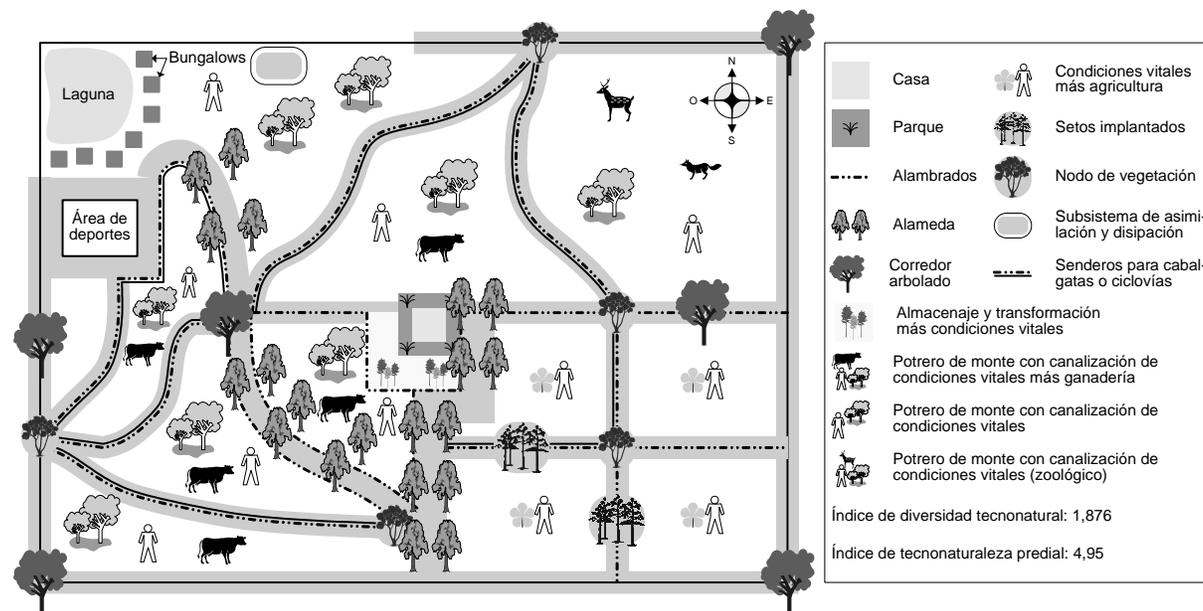
pequeño aumento de la diversidad respecto del CASO 9 ( $IDTN_{10} = 1,876 (+ 0,367)$ ). El ITNP decrece significativamente ( $ITNP_{10} = 4,95 (-2,19)$ ) por la mayor superficie de espacios con arreglo espontáneo.

*Principios de diversidad, unidad e identidad.* La dificultad principal para el manejo de este tipo de sistemas deriva del carácter de matriz del subsistema natural; en estas circunstancias debe compatibilizarse el mantenimiento de la identidad del subsistema natural, con la necesidad de canalizar condicionantes vitales y/o recursos en forma apropiada. Para esto, no sólo debe alcanzarse un balance adecuado entre la diversidad y la unidad del sistema, sino que éste debe lograrse respetando la identidad del subsistema natural.

**Cuadro 14. Índices de teconaturaleza y de diversidad teconatural predial en el CASO 10**

Elemento	Num. Espacio	Sup. (ha)	pi	pi ln pi
Monte con canalización de condiciones vitales y ganadería	5	32	0,3076923	-0,3626631
Monte zoológico	2	12,64	0,1215385	-0,2561453
Monte con canalización de condiciones vitales sin ganadería	3	11,61	0,1116346	-0,2447616
Laguna	3	2,25	0,0216346	-0,0829354
Casa	6	0,25	0,0024038	-0,0144968
Parque	7	0,75	0,0072115	-0,0355678
Bungalows	6	0,41	0,0039423	-0,0218246
Área de deportes	6	2,53	0,0243269	-0,090403
Nodos de vegetación	6	1,4	0,0134615	-0,0579912
Galpones de almacenaje	10	1	0,0096154	-0,0446576
Potreros con agric. y canal. de cond. vitales	8	22	0,2115385	-0,3285929
Subsistema de asimilación y disipación	12	0,06	0,0005769	-0,0043026
Cortinas arbóreas	6	6	0,0576923	-0,1645749
Setos implantados	6	0,4	0,0038462	-0,0213872
Alameda	6	5	0,0480769	-0,1459112
Senderos para cabalgatas o ciclovías	6	5,7	0,0548077	-0,1591574
		$\Sigma= 104$		
			IDTN=	1,876
			ITNP=	4,95

Fuente: D'Angelo (1998)

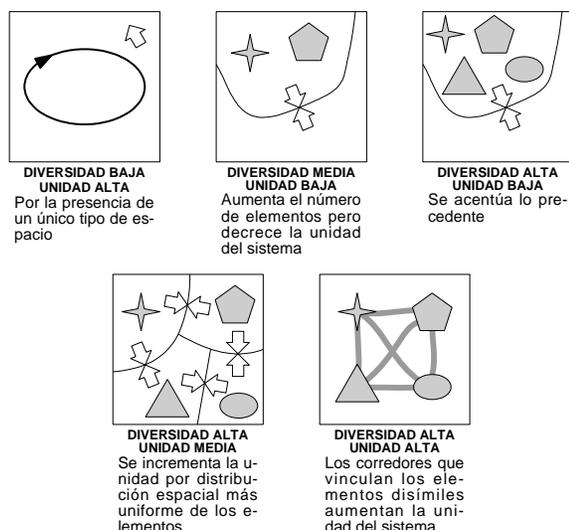


**Figura 17. Caracterización de un sistema predial hipotético: CASO 10 (D'Angelo, 1998)**

Respecto de la diversidad, aquí ocurren cuatro nodos de atracción espacialmente separados: laguna y entorno; monte zoológico; monte con canalización de condicionantes vitales y ganadería; y potreros con agricultura y canalización de condicionantes vitales. Aunque una mayor diversidad puede afectar la unidad, en este caso esto se evita por la distribución desagregada de los nodos en toda la superficie del sistema y por un trazado adecuado de los corredores que los vinculan (Figura 18).

Cuando el diseño exige compatibilizar la diversidad y la unidad del sistema con su identidad natural, crece la importancia de evaluar los efectos de la presencia humana, particularmente cuando ésta genera impactos

indeseables. A modo de ejemplo y sólo considerando los rasgos geométricos del espacio, en la Figura 19 se observa que el espacio de zoológico tiende a ser isodiamétrico, mientras el resto de los espacios con monte son alargados. La forma del primer espacio reduce el efecto de borde y atenúa las interferencias sobre la fauna; la forma alargada de los restantes espacios de monte significa una mayor extensión de los corredores perimetrales, que aquí se usan como ciclovías y sendas para jinetes y caminantes. De este modo, las formas de ambos espacios son compatibles con sus metas: en el primer caso, el funcionamiento del ecosistema natural para el sostenimiento de la fauna presente; en el segundo, servir como escenario natural para actividades recreativas.

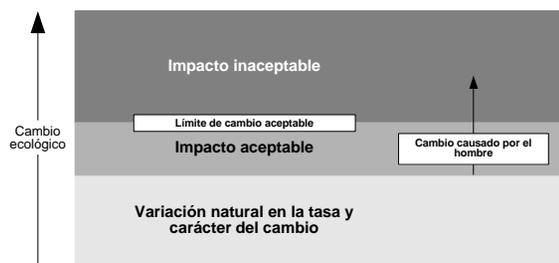


**Figura 18. La importancia de la distribución espacial y de los vínculos entre los espacios en la relación entre diversidad y unidad. Las flechas contrapuestas indican la falta de integración entre los espacios (D'Angelo, 1998)**

Profundizando en lo precedente, a continuación se incluyen algunos comentarios generales sobre los alcances de los impactos humanos en los subsistemas naturales y algunas soluciones de diseño para atenuarlos.

Todo espacio natural experimenta cambios de una u otra índole con el transcurso del tiempo. En términos generales, cuando se trata de mantener la identidad del subsistema natural es conveniente respetar estos cambios, a menos que ellos afecten la seguridad o reduzcan sustancialmente las posibilidades recreativas (v.gr. infestación de insectos); los cambios antrópicos que exceden las variaciones naturales suelen denominarse “impactos” (Hammit y Cole, 1987).

Aunque un cierto nivel de impacto es aceptable e inevitable aun en ambientes salvajes, los objetivos del manejo definen la ubicación del límite para los cambios aceptables (Figura 19); aquél no sólo dependerá de factores ecológicos, sino también económicos y sociales.



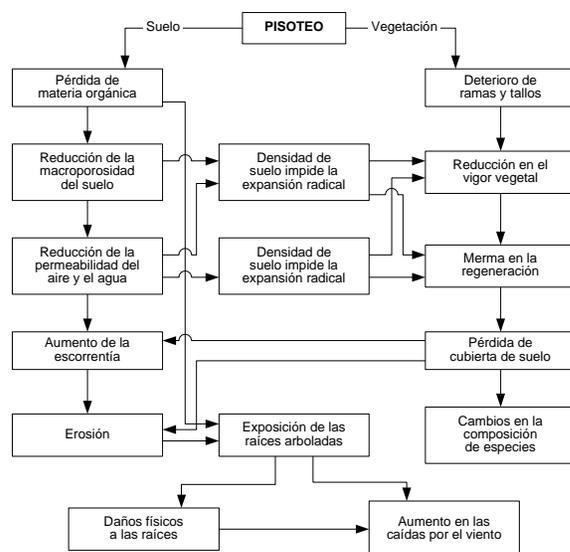
**Figura 19. Modelo de cambio aceptable en un subsistema natural (Tomado de Hammit y Cole, 1987)**

En lo ecológico es importante entender la naturaleza de los impactos generados y sus patrones espaciales y temporales. Respecto de esto, debe mencionarse que la relación impacto/uso no suele ser lineal; por lo general, un uso pequeño genera la mayor parte del impacto y, a partir de éste, un aumento en la intensidad sólo provoca deterioros comparativamente menores; esto subraya la importancia de una asignación inicial apropiada de los espacios para los diferentes usos. Otro factor importante para el manejo es el grado de resistencia y resiliencia de los distintos ambientes; ambas características definen la magnitud de los impactos aceptables en un espacio dado y pueden variar con las estaciones, condiciones meteorológicas y el estado de crecimiento de la vegetación (Hammit y Cole, 1987). En términos generales, los mejores sitios para ubicar las actividades recreativas son aquellos donde tanto la resistencia como la resiliencia son elevadas.

En lo económico y social es necesario considerar las demandas de los diferentes tipos de actividades recreativas y ubicarlas en los espacios apropiados para cada una de ellas.

A modo de ejemplo, en el Cuadro 15 se observan las distintas clases que integran el “Espectro de Oportunidades Recreativas” del USDA Forest Service (Hammit y Cole, 1987). Las características generales de los sitios y la magnitud del impacto aceptable sobre el subsistema natural varía en cada una de ellas y se incrementa desde el extremo primitivo al urbano del espectro.

Los impactos causados por el uso recreacional pueden ser directos o indirectos y, con frecuencia, están relacionados. A modo de ejemplo, en la Figura 20 se observa la forma en la que pueden interactuar los diferentes efectos del pisoteo sobre la vegetación y el suelo.

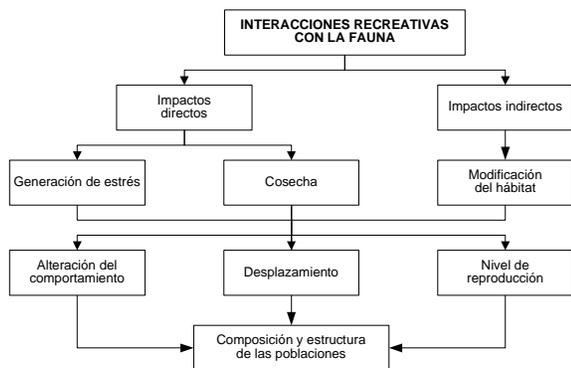


**Figura 20 Efectos directos e indirectos del pisoteo sobre la vegetación y el suelo (Tomado de Hammit y Cole, 1987)**

**Cuadro 15. Descripción de las características generales del sitio para cada una de las seis clases del espectro de Oportunidades Recreativas (USDA Forest Service, ROS User's Guide)**

Clases del Espectro de Oportunidades Recreativas					
Primitiva	Semi primitiva. No motorizada	Semi primitiva. Motorizada	Natural con caminos	Rural	Urbana
El área se caracteriza por ser un ambiente natural esencialmente no modificado, de dimensiones considerables. La interacción entre los usuarios es muy baja y las evidencias de otros usuarios son mínimas. El área se maneja para estar esencialmente libre de restricciones y controles inducidos por el hombre. No se permiten vehículos motorizados dentro del área.	El área se caracteriza por ser predominantemente natural o aparentemente natural, de dimensiones grandes a moderadas. Las interacciones entre los usuarios es baja, pero suelen existir evidencias de otros usuarios. El área se maneja de manera que pueden ocurrir algunas restricciones y controles in situ, aunque éstos son sutiles. No se permite el uso de vehículos motorizados.	El área se caracteriza por un ambiente de apariencia predominantemente natural, con dimensiones moderadas a grandes. La concentración de usuarios es baja, pero hay evidencias de la presencia de otros usuarios. El área se maneja de manera que pueden ocurrir algunas restricciones y controles in situ, aunque éstos son sutiles. Se permite el uso de vehículos motorizados.	El área se caracteriza por una apariencia predominantemente natural con evidencias visuales y auditivas moderadas de la presencia del hombre. Estas evidencias usualmente armonizan con el ambiente natural. La interacción entre los usuarios puede ser baja a moderada, pero con una clara manifestación de la presencia de otros usuarios. Las prácticas de uso y modificación de recursos son evidentes, aunque armonizan con el ambiente natural. El uso convencional de vehículos motorizados es facilitado por la presencia de construcciones ad hoc.	El área se caracteriza por la presencia de un ambiente natural substancialmente modificado. Las prácticas de modificación y uso de los recursos procuran favorecer las actividades recreativas y mantener la cobertura vegetal y el suelo. La percepción visual y auditiva de los humanos es notoria y la interacción entre los usuarios es moderada a alta. Existe un número considerable de estructuras diseñadas para ser usadas por numerosas personas, para actividades especiales. Existen densidades humanas moderadas a una cierta distancia de los sitios desarrollados. Existen facilidades para el uso intensivo de vehículos motorizados.	El área se caracteriza por un ambiente esencialmente urbanizado, aunque existe un marco de elementos de apariencia natural. La modificación y uso de los recursos se orienta a desarrollar actividades de recreación específicas. La cubierta vegetal suele ser exótica y muy cuidada. Predomina la percepción visual y auditiva de otras personas. La densidad de personas es alta. Existen facilidades para el tránsito masivo por la mayor parte de la superficie.

Tal como ocurre con la vegetación, los impactos recreacionales sobre la fauna también pueden ser directos o indirectos. En este sentido, el impacto principal causado por los humanos es el estrés fisiológico y psicológico involuntario, particularmente importante en las épocas críticas (Figura 21); en parte, esto puede atenuarse mediante una ubicación espacial y temporal adecuada de las actividades humanas. Al respecto, debe mencionarse que el impacto recreacional sobre los recursos exhibe un patrón espacial predecible y concentrado y suele restringirse a un pequeño número de rutas de viaje y áreas de distribución.



**Figura 21. Impactos principales de la interacción fauna silvestre-actividades recreativas (Tomado de Hammitt y Cole, 1987)**

Cuando se trata de canalizar condicionantes vitales en subsistemas naturales, la ubicación de la tecnoestructura es uno de los problemas claves a resolver.

En la Figura 22 y sólo a modo de ejemplo, se muestra la ubicación de los sitios de acampada en un sector del Parque Nacional *Great Smoky Mountains* (EE.UU.), considerando el potencial erosivo de los caminos, la densidad de la población de osos y la concentración de la floración vernal.

Tal como se observa, el sitio de acampada se ubicó lejos de los lugares con altas densidades de osos y de flores, pero próximo al agua; el camino principal se situó sobre áreas con bajo potencial de erosión, excepto donde éste desciende hasta el campamento. Los caminos secundarios se trazaron hasta el área de concentración de flores, pero intentando evitar las áreas con alto potencial de erosión.

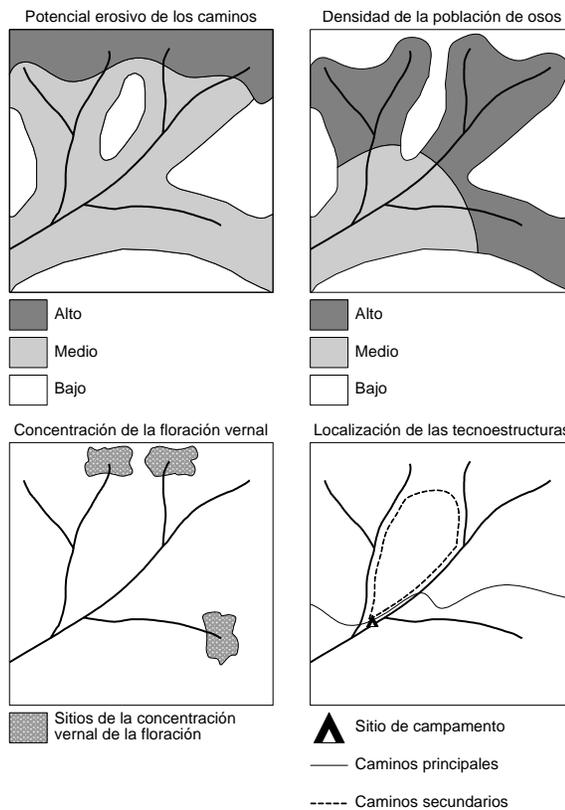
En la Figura 23 se muestra otro ejemplo, en este caso sobre la localización y diseño de los caminos prediales, de manera de atenuar los impactos sobre algunas especies de la fauna salvaje.

También es posible adecuar el propio subsistema natural para favorecer el desarrollo de la fauna. En la Figura 24 se muestra el trazado de corredores de setos remanentes para vincular los parches de bosque con los sitios de alimentación y abrevamiento.

En la Figura 25 (a) y (b) se muestran otras soluciones de diseño para diferentes sectores del subsistema natural.

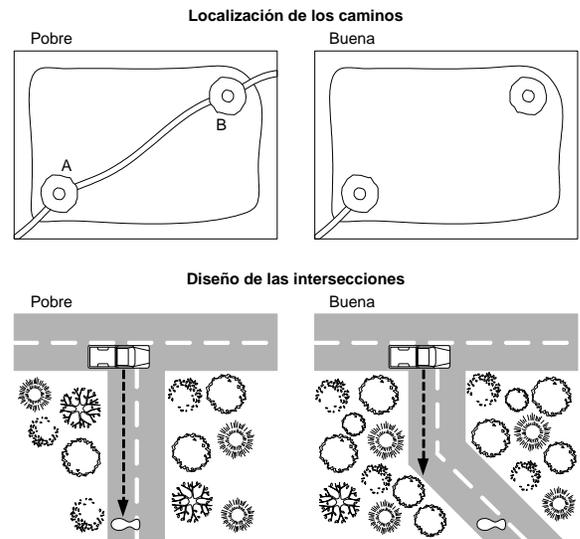
El caso que se considera a continuación sólo se incluye para completar el gradiente de casos desarrollados; por consiguiente, el análisis que sigue se limita a caracterizar al sistema por los índices de diversidad y tecnona-turalidad predial.

Tal como en el caso precedente, en éste el subsistema natural también adopta el carácter de matriz. A diferencia del CASO 10, la posición del determinante de orden del sistema se centra en el subsistema agropro-ductivo; no obstante, se mantiene la naturalidad de los espacios por las restricciones derivadas de la baja receptividad tecnológica (Figura 26).

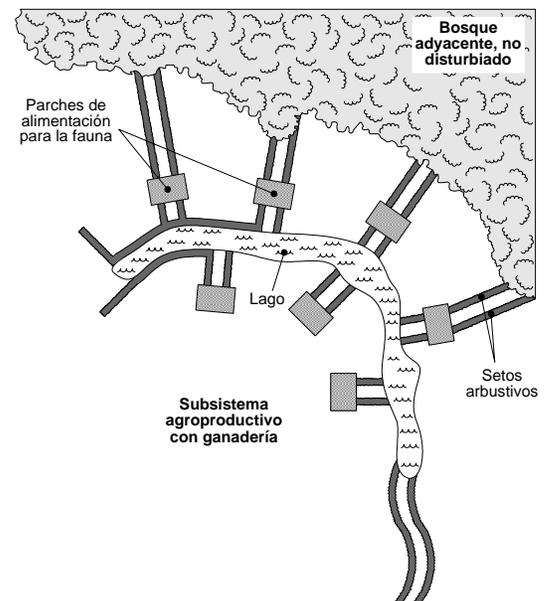


**Figura 22. Mapas de factores ambientales que influyen en la ubicación de caminos y sitios de campamentos en el parque nacional de Great Smoky Mountains (Tomado de Hammitt y Cole, 1987)**

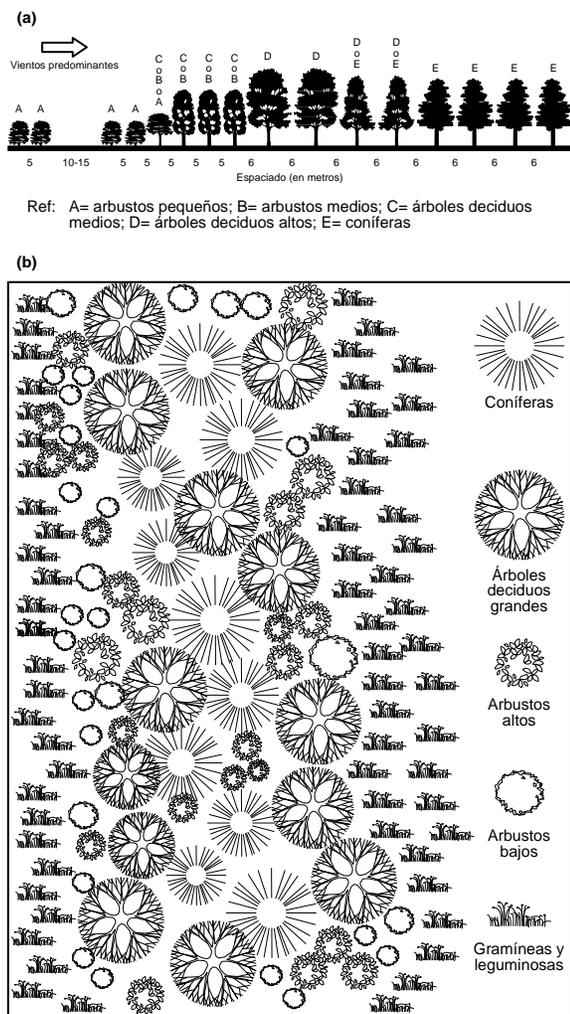
El ITNP es el más bajo de todos los CASOS desarrollados (4,28) por el predominio de espacios con arreglo espontáneo. La diversidad también es la más baja entre todos los predios que incluyen un subsistema natural ( $IDTN_{11} = 1,001$ ); esto ocurre por la gran extensión de los espacios con arreglo espontáneo (94,42 ha) y porque en ellos sólo se distinguen dos espacios físicamente distintos: monte y pajonales.



**Figura 23. Localización y diseño de caminos para minimizar el impacto sobre la fauna silvestre. En la figura superior los espacios A y B son sitios de concentración de la fauna silvestre; en la figura inferior, la curvatura del camino dificulta la visualización directa de los animales (Tomado de Payne y Bryant, 1986)**



**Figura 24. Esquema de adecuación del subsistema natural para el desarrollo de la fauna salvaje. Los setos actúan de corredores para vincular el segmento de bosque con el agua y los recursos alimentarios; de este modo se evita la posibilidad de fragmentación derivada del subsistema agroproductivo con ganadería (Tomado de Payne y Bryant, 1986)**



**Figura 25. Soluciones de diseño para diferentes sectores del subsistema natural: a) perfil de una plantación de leñosas de 16 filas para el desarrollo de la fauna silvestre en Minnesota; b) diseño naturalista (no hay líneas rectas) de una cubierta leñosa para la fauna silvestre (Tomado de Payne y Bryant, 1986)**

## CASO 11

### Estructura del sistema

#### 1. Matriz

- a. Subsistema agroproductivo.
  - Potreros de pastizales de abras (en ecosistemas con fisonomía de parque, por “abra” se entiende un segmento herbáceo de cierta extensión sin estrato arbóreo.) con ganadería.
  - Potreros de monte con ganadería.
  - Laguna.

#### 2. Parche

- a. Subsistema doméstico.
  - Casa.
  - Parque.

#### b. Subsistema agroproductivo.

- Almacenaje y transformación con canalización de condicionantes vitales.

### 3. Corredor

#### a. Subsistema agroproductivo y doméstico.

- Cortinas arbóreas.
- Corredores arbolados entre potreros.

#### b. Subsistema doméstico.

- Alameda.

## CONCLUSIONES DE LOS CASOS ANALIZADOS

Como corolario de lo precedente, a continuación se presentan algunas conclusiones derivadas del análisis de los casos considerados.

- a. El ITNP y el IDTN son expresiones de la segregación de los espacios prediales y, por extensión, de la meta del sistema.
- b. La caracterización estructural del sistema predial mediante los conceptos de matriz, parches y corredores y, la aplicación de los índices de diversidad y teconaturaleza predial, facilitan el análisis de algunos aspectos de la ordenación predial.
- c. El carácter hipotético de los casos estudiados inevitablemente limitan el alcance de las conclusiones respecto de ellos.

La meta asignada a un sistema predial cualquiera deriva tanto de la valoración económica como no económica de los espacios que lo componen. La primera se expresa a través del concepto de receptividad tecnológica; la segunda, en lo que Lockwood (1987) denomina “preferencias no compensatorias”.

De acuerdo con Gastó *et al* (1997), la receptividad tecnológica puede caracterizarse a partir de la relación entre los beneficios y costos adicionales<sup>12</sup> generados en un ámbito dado por el tipo y grado de artificialización aplicados. De este modo, la receptividad tecnológica es el gradiente de artificialización aplicable en cierto ámbito, tal que la diferencia entre beneficios y costos adicionales sea cero o positiva. A partir de esto, Gastó *et al* (1997) diferencian espacios de alta, media y baja vulnerabilidad, de acuerdo a la amplitud del gradiente de artificialización aplicable en cada caso.

Donde la vulnerabilidad es alta, los costos adicionales ante cualquier nivel de artificialización exceden los beneficios (Figura 27 a) y los espacios desarrollados tendrán arreglo espontáneo, sin canalización, o con canalización de condicionantes vitales y un mínimo de canalización de recursos (ITN 1-3). Donde la vulnerabilidad es intermedia, los beneficios de la artificialización exceden los costos hasta un nivel de artificialización dado; por encima de éste, el aumento de la vulnerabilidad es inaceptable (Figura 27 b). Los espacios

<sup>12</sup> El costo adicional al que se hace referencia es el esfuerzo necesario para mantener al sistema dentro del límite de factibilidad correspondiente (*Ver antes*).

resultantes pueden tener arreglo espontáneo o artificial, con meta primaria de canalización de condicionantes vitales o de recursos (ITN 4-7).

**Cuadro 16. Índice de tecnaturaleza y superficie de los elementos estructurales del Caso 11**

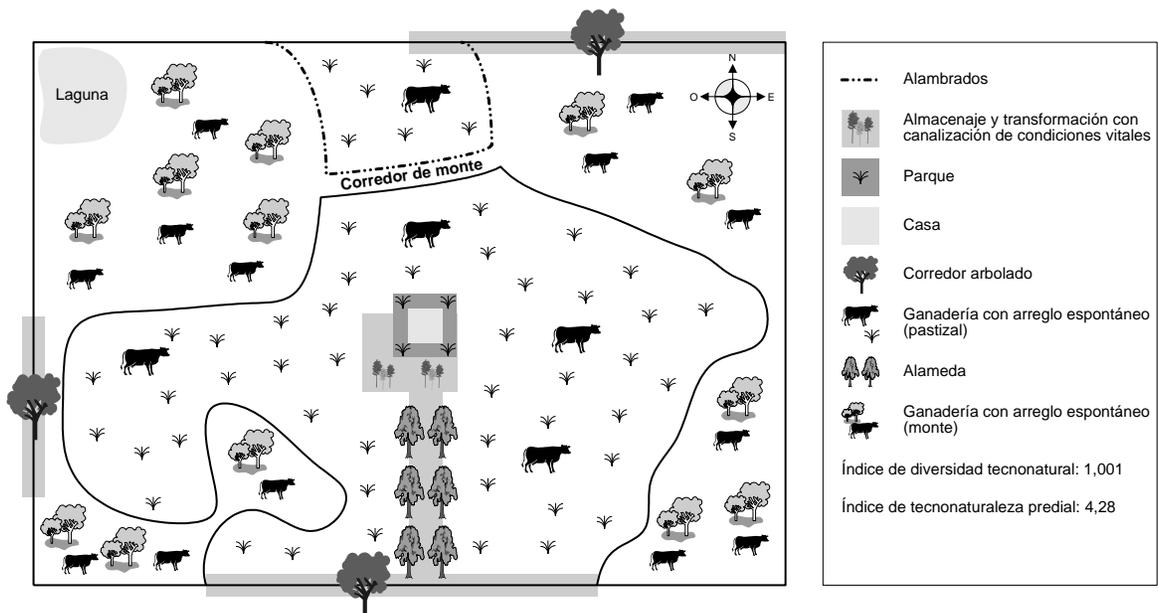
Elemento	Espacio	ITN	Sup (ha)	Nota
Matriz	Potreros de abra con ganadería	4	56,42	Arreglo espontáneo con canalización de recursos, sin canalización de condicionantes vitales
	Potreros de monte con ganadería	4	38	
	Laguna	3	2,25	
Parche	Casa	6	0,25	
	Parque	7	0,75	
	Galpones para almacenaje y transformación con canalización de condicionantes vitales	10	0,5	
Corredor	Cortinas arbóreas	6	1,02	Arreglo artificial asociado a la canalización de recursos, sin canalización de condicionantes vitales. De ser menos rectilíneos se los podría considerar con arreglo espontáneo y el ITN sería 4.
	Corredores arbolados entre potreros	11	2,81	
	Alameda	6	2	

Fuente: D'Angelo (1998)

**Cuadro 17. Índices de tecnaturaleza y de diversidad tecnatural predial en el Caso 11**

Elemento	ITN	Sup. (ha)	pi	pi ln pi
Potreros de abra con ganadería	4	56,42	0,5425	-0,3317752
Potreros de monte con ganadería	4	38	0,3653846	-0,367871
Laguna	3	2,25	0,0216346	-0,0829354
Casa	6	0,25	0,0024038	-0,0144968
Parque	7	0,75	0,0072115	-0,0355678
Galpones para almacenaje	10	0,5	0,0048077	-0,0256612
Cortinas arbóreas	6	1,02	0,0098077	-0,0453565
Corredores arbolados	11	2,81	0,0270192	-0,097572
Alameda	6	2	0,0192308	-0,0759855
		$\Sigma=104$	1	
			IDTN=	1,001
			ITNP=	4,28

Fuente: D'Angelo (1998)



**Figura 26. Caracterización de un sistema predial hipotético: CASO 11 (D'Angelo, 1998)**

En los espacios de baja vulnerabilidad los beneficios superan a los costos en cualquier nivel de artificialización (Figura 27 c); en ellos se generan espacios con arreglo artificial, prioritariamente destinados a la canalización de recursos (ITN 8-14).

También es posible que el desarrollo de los espacios prediales no se ajuste a criterios económicos sino a aquello que Lockwood (1997) llama “preferencias no compensatorias”; éstas pueden derivar tanto de factores racionales como emocionales y consideran que una reducción en la cantidad o calidad de la entidad evaluada (v. gr. segmento de bosque nativo) no puede ser compensada por un cambio en otra entidad (v. gr. por un aumento en los beneficios económicos).

En estas circunstancias es factible que ocurran sitios de baja vulnerabilidad en los que, no obstante, se desarrollen espacios con ITN bajos.

La meta predial se expresa en la importancia asignada a cada uno de los subsistemas en la organización del sistema completo. A partir de esto, la meta del predio puede representarse gráficamente por la posición que ocupa el determinante de orden respecto de los diferentes subsistemas prediales (Figura 28); una mayor proximidad del determinante de orden a cierto subsistema significa que su meta incide significativamente en la del predio en su conjunto.

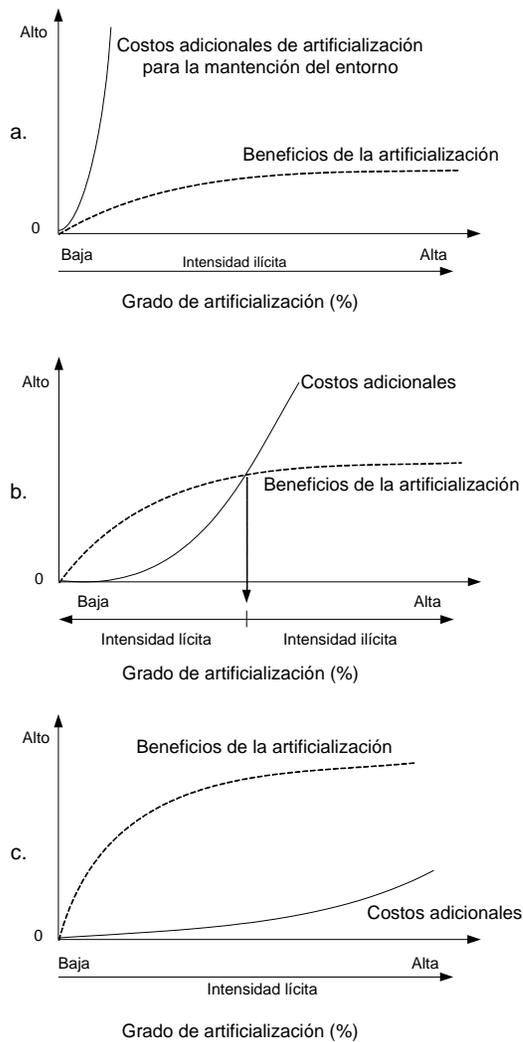
En la Figura 28 se muestra la posición del determinante de orden en cada uno de los 11 casos, con referencia a los subsistemas agroproductivo, natural y doméstico. En un sistema con meta productiva extrema (CASO 1) el determinante de orden se aproxima al extremo de 100 para el subsistema agroproductivo y de cero para los otros dos subsistemas. En el CASO 11, el determinante de orden tiende a centrarse en el subsistema natural, no obstante la canalización de recursos derivada de la ganadería extensiva; esto ocurre porque la intervención tecnológica no alcanza a modificar la identidad del ecosistema natural.

A partir de la posición del determinante de orden en el sistema ocurre una segregación particular de los espacios prediales. Esta segregación resulta en el arreglo topológico y tipo de canalización de cada espacio predial y se expresa en el índice de teconaturaleza predial (ITNP) y en la forma en la que se distribuyen los espacios en el predio.

El índice de diversidad teconatural (IDTN) hace referencia al número de espacios teconaturales diferentes que se hacen presentes y su importancia relativa. De este modo, el ITNP y el IDTN pueden considerarse resultantes de la posición del determinante de orden y, por extensión, expresiones de la meta del sistema (Figura 29).

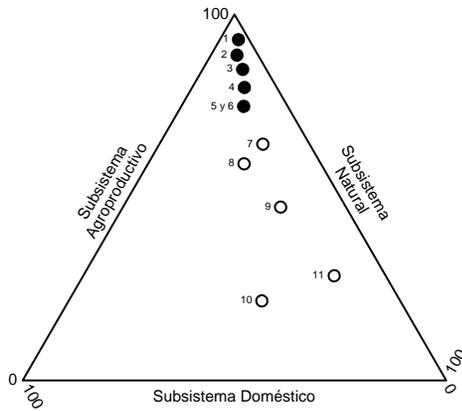
Aplicando los conceptos precedentes, es posible definir un gradiente de metas prediales con la protección

excluyente (ITNP= 1) en un extremo y la producción excluyente (ITNP= 14) en el otro (Figura 30).

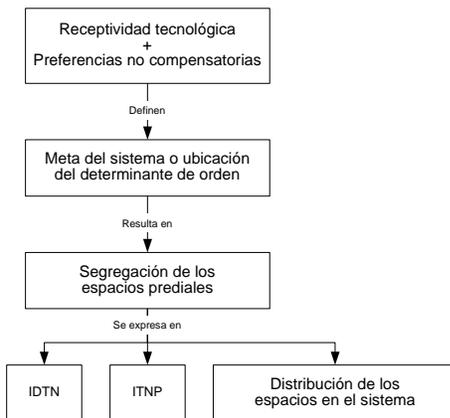


**Figura 27. Receptividad tecnológica en espacios de (a) alta, (b) media y (c) baja vulnerabilidad. Los niveles de artificialización en los que los costos adicionales superan a los beneficios (doble flecha) se definen como ilícitos y ubican al sistema fuera de los límites de la factibilidad (Tomado de Gastó, Velez y D'Angelo, 1997).**

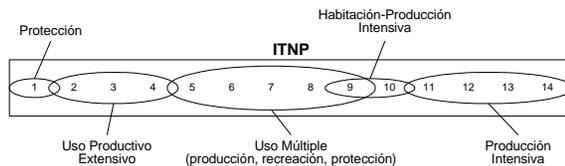
Tal como se observa, la meta de uso múltiple ocupa una posición intermedia entre las de protección y producción excluyentes. Entre la meta de uso múltiple y la de producción excluyente (con alta artificialización o intensiva) se ubica una meta de habitación-producción; a diferencia de la meta de producción intensiva, ésta se caracteriza por un mayor énfasis en la habitabilidad del sistema. La meta de uso productivo extensivo se sitúa entre la de uso múltiple y la de protección excluyente y se caracteriza por el predominio del subsistema natural y una canalización de recursos moderada.



**Figura 28. Meta del sistema predial en los 11 casos, expresada por la posición del determinante de orden. Los seis primeros casos (1-6) no incluyen un subsistema natural y el determinante de orden tiende a centrarse en las proximidades del subsistema agroproductivo. Los cinco últimos (7-11) incluyen un subsistema natural con distintos niveles de importancia**



**Figura 29. Los índices de diversidad y tecnaturaleza predial como expresiones de la meta del sistema**

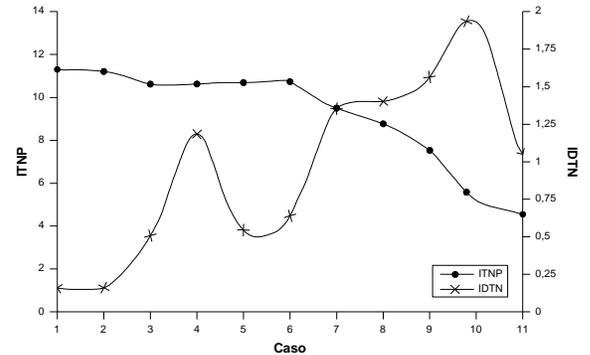


**Figura 30. Gradientes de metas posibles para un sistema predial y los ITNP correspondientes a cada uno**

La correspondencia entre metas e ITNP que se propone se sustenta en dos supuestos: 1) que la presencia de espacios con arreglo espontáneo es una condición necesaria para mejorar la habitabilidad del sistema y satisfacer necesidades de ocio y recreación; y 2) que el uso múltiple requiere de un cierto balance entre espacios con arreglo artificial y espontáneo y, probable-

mente, de un IDTN elevado.

A partir del ITNP pueden distinguirse dos grandes grupos de casos (Figura 31): el integrado por predios con ITNP > 10 (casos 1 a 6) que no incluyen un subsistema natural; y el de predios con ITNP < 10 (casos 7 a 11) que sí lo incluyen



**Figura 31. Variaciones de los índices de tecnaturaleza (ITNP) y de diversidad tecnaturaleza (IDTN) en los casos estudiados**

Los predios con meta productiva extrema (CASOS 1 y 2) tienen los valores de tecnaturaleza más altos (ITNP ≈ 11) y los de diversidad más bajos (IDTN ≈ 0,150); en ellos, no parecen cumplirse ninguno de los principios primarios de la ordenación (diversidad, unidad, flexibilidad adaptativa e identidad).

En los CASOS 3 a 6, la meta es de habitación-producción y el determinante de orden se aproxima al subsistema doméstico (Figura 28). Aunque la importancia de los espacios tecnaturales es similar en los cuatro casos (ITNP ≈ 10,4) la diversidad del CASO 4 es significativamente más alta (IDTN<sub>4</sub> = 1,157; 59,4% del IDTN<sub>Máximo</sub>) por su modalidad de producción mixta. La diversidad de los otros tres CASOS es superior a la de los CASOS 1 y 2 (IDTN ≈ 0,520) y deriva de la presencia de corredores de distinto tipo; el efecto de estos elementos adicionales varía con el diseño; y, tanto puede ser positivo (v.gr. contribuyendo al aumento de la identidad en el CASO 5) como negativo (v.gr. pérdida de unidad en el CASO 6).

Los CASOS 7 a 11 incluyen un subsistema natural que se estructura como parche en los tres primeros CASOS y como matriz en los dos últimos. La presencia del subsistema natural como parche en una matriz agroproductiva significa mayor diversidad y posibilidades de diseño; al mismo tiempo aumentan los problemas de integración ecológica y estético-visual con los demás espacios. En principio, este tipo de parches también pueden aumentar la identidad del sistema; pero, para que esto ocurra, debe poder desarrollarse la percepción del parche como lugar (*sensu* Tuan Yi Fu, 1979) a través de nodos de atracción, corredores y sitios de permanencia (Figuras 32 y 33).



**Figura 32.** Entre los elementos necesarios para la integración del subsistema natural se incluyen los sitios apropiados para la permanencia. La figura muestra un mirador en un sendero de interpretación



**Figura 33.** La presencia de un subsistema natural significa la posibilidad de acentuar la identidad del sistema predial. Para esto deben existir nodos de atracción, accesos apropiados y sitios de permanencia. La figura muestra un punto de observación de aves en un mirador ubicado en el borde de un estero

La importancia ecológica del subsistema natural aumenta cuando éste pasa a ser la matriz del sistema predial. Cuando la meta es de uso múltiple (CASO 10) la ordenación debe permitir mantener la identidad de la matriz natural por un lado y desarrollar una canalización adecuada de recursos y condicionantes vitales por el otro. En términos generales, la presencia de un subsistema natural puede aumentar la diversidad y la identidad del predio; sin embargo, donde el ecosistema natural es poco diverso y su integración al resto de los espacios prediales inadecuada, es probable que esto no ocurra. El CASO 11 es un ejemplo en este sentido.

Tal como se observa en la Figura 31, en los CASOS analizados no parece existir una relación directa entre la meta del sistema predial y el IDTN. Sin embargo, puede postularse que las metas de habitación-producción y de uso múltiple son favorecidas por un

IDTN relativamente alto. En los sistemas con meta de habitación-producción, carentes de subsistema natural, esto puede lograrse incorporando corredores de distinto tipo, transformando espacios productivos para canalizar condicionantes vitales como meta secundaria (v.gr. potrero con cultivos y árboles dispersos), creando espacios para la canalización de condicionantes vitales como meta primaria (v.gr. pequeñas lagunas para atraer avifauna), etc. En los casos que combinan modalidades productivas distintas (v.gr. CASO 4), la diversidad  $\beta$  incluso puede ser mayor que la de aquellos sistemas con un subsistema natural como matriz (v.gr. CASO 11). Sin embargo, la presencia de un subsistema natural con el carácter de parche, corredor o matriz, generalmente deriva en un aumento significativo de la diversidad  $\alpha$ ,  $\beta$ , o de ambas.

En todos los casos, la diversidad debe alcanzar un balance adecuado con la unidad del sistema en las dimensiones funcional-productiva, de ocio y recreación, estética y de impacto ambiental.

Aunque el análisis de los casos hipotéticos presentados permite derivar algunas conclusiones generales sobre la aplicación de los principios de ordenación para el diseño predial, la omisión de las características del ámbito y del entorno global inevitablemente restringen lo desarrollado. Esto es particularmente manifiesto en análisis de la flexibilidad adaptativa que, en los casos tratados, fue muy general o se omitió.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARRET, G. 1992. Landscape Ecology: Designing Sustainable Agricultural Landscapes. In: OLSON, R.K. (Ed.). Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy. Food Product Press; Binghamton, NY EUA; p. 83-103.
- CONTRERAS, H. y A. CORDERO. 1982. Ecología, Conservación, Desarrollo y Calidad de Vida. Editorial Génesis, Caracas.
- BERTALANFFY, Von L. 1975. Perspectives of general system theory. Springer Verlag; New York (EUA); 253 p.
- D'ANGELO, C.H. 1998. Principios generales para la ordenación predial. La incorporación de la naturaleza en el diseño predial. Tesis (Magister), Santiago; Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 330 p.
- 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.
- FERRATER MORA, J. 1994. Diccionario de Filosofía de Bolsillo, A-H. Alianza Editorial S.A. Barcelona (España); p. 1-377.

- FERRATER MORA, J. 1994. Diccionario de Filosofía de Bolsillo, I-Z. Alianza Editorial S.A. Barcelona (España); p. 385-789.
- FLORES, L. 1994. La Tecnología en el Contexto de la Cultura Latinoamericana. Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales. Tecnología y Modernidad en Latinoamérica: ética, política, cultura; p. 19-23.
- FORMAN, R. y M. GODRON. 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York; 618 p.
- GASTÓ J., F.COSIO y D. PANARIO. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Ediciones Red de Pastizales Andinos (REEPAN). Quito, Ecuador. 254 p.
- GASTÓ, J. 1979. Ecología: el Hombre y la Transformación de la Naturaleza. Santiago, Chile, Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 573 p.
- GASTÓ, J. 1996. Ordenamiento del Espacio Rural. Manual de aplicación a municipios y predios. Borrador de discusión; 477 p.
- GASTÓ, J., VÉLEZ, L.D. y C. D'ANGELO. 1997. Gestión de recursos vulnerables y degradados. En: E. Viglizzo. Elementos para una política agroalimentaria en el Cono Sur. IICA. Montevideo, Uruguay.
- HAMMITT, W. E. y D.N. COLE. 1987. Wildland Recreation: Ecology and Management. New York : Wiley.
- LOOCKWOOD, 1997. Integrated value theory for natural areas. Ecological Economics, 20 83:93
- MATHER, A.S. 1986. Land Use. Longman Group (FE) Limited; Burnt Mill (England); 286 p.
- MEEWS, J., J.D. v.d.PLOEG y M. WIJERMANS. 1988. Changing agricultural landscapes in Europe: Continuity, deterioration or rupture?. IFLA Conference; Rotterdam; 102 p.
- PAYNE, N.F. y F.C. BRYANT. 1986. Techniques for Wildlife Habitat Management of Uplands. McGraw-Hill Inc.; New York (EUA); 840 p.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA 1984. Diccionario de la Lengua Española. 20ma. Edición. Ed. Espasa-Calpe; Madrid (España); 1417 p.
- SCHULZE, E. y H.A. MOONEY. 1994. Ecosystem Function of Biodiversity: A Summary. In: SCHULZE, E.D. y MOONEY, H. (Ed.). Biodiversity and Ecosystem Function; Springer-Verlag; Berlin (Germ.); p.497-510.
- SWIFT, M.J. y J.M. ANDERSON. 1994. Biodiversity and Ecosystem Function in Agricultural Systems. In: SCHULZE, E.D. y H.MOONEY. (Ed.). Biodiversity and Ecosystem Function; Springer-Verlag; Berlin (Germ.); p.17-41.
- TUAN YI-FU 1974. Topophilia. A Study of Environmental Perception, attitudes, and values. Prentice-Hall Inc.; New Jersey (EUA); 260 p.
- TUAN YI-FU 1979. Space and Place: Humanistic Perspective. In: GALE, S. y G. OLSON (Ed.). Philosophy in Geography. D. Reidel Publishing Company; Dordrecht (Holland); p. 387-427.
- VITOUSEK, P.M. y D.U. HOOPER. 1994. Biological Diversity and Terrestrial Ecosystem Biogeochemistry. In: SCHULZE, E.D. y H. MOONEY (Ed.). Biodiversity and Ecosystem Function; Springer-Verlag; Berlin (Germ.); p.3-14.
- USDA, FOREST SERVICE, ROS User's Guide.
- WEBSTER'S 1963. Third New International Dictionary of the English Language. Merriam; Springfield, Massachusetts.

