Investigaciones geográficas, nº 45 (2008)
pp. 251-269 ISSN: 0213-4691

Instituto Universitario de Geografía
Universidad de Alicante

SISTEMAS AMBIENTALES DE LA CUENCA SUPERIOR DEL ARROYO LANGUEYÚ (PARTIDO DE TANDIL, ARGENTINA)

Laura Zulaica

Centro de Investigaciones Ambientales
Universidad Nacional de Mar del Plata

1. Introducción

Si bien las intervenciones del hombre sobre los ecosistemas primitivos se remontan a los orígenes de su existencia, los últimos decenios del siglo XX han marcado el comienzo de profundos desequilibrios en las relaciones sociedad-naturaleza con consecuencias ambientales profundas y efectos aún desconocidos. Problemas tales como la contaminación de aguas, la atmósfera y los suelos, las pérdidas de biodiversidad, desertificación y la erosión de las tierras, conforman los síntomas de lo que podríamos denominar la «problemática ambiental contemporánea». El análisis de dicha problemática exige la adopción de enfoques interdisciplinarios y la elaboración de diagnósticos geográficos basados en estudios integrados.

Los estudios integrados del territorio se han constituído en la mejor alternativa para generar proyectos que permitan gestionar los problemas ambientales. Fernández (2000) define al problema ambiental como la manifestación de una deficiencia (merma o carencia) de racionalidad entre expresiones del subsistema natural y del subsistema social. Aclara además que la deficiencia, desajuste o déficit, cuantificable o no, depende en su caracterización objetiva de la noción de racionalidad que se aplique, indicando que una racionalidad ambiental procura máximo beneficio social con mínimo deterioro natural.

De acuerdo con Sánchez (2001), un proyecto de ordenamiento territorial constituiría la mejor alternativa para armonizar todas las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En este sentido, el ordenamiento territorial es

entendido como un proceso de gestión que intenta definir estructuras espaciales para la localización de actividades respaldadas por políticas sociales, económicas, culturales y ambientales de una sociedad.

Sin embargo, el autor destaca que no hay ordenamiento territorial sin una «zonificación ecológica» (ZE) que permita identificar las potencialidades y restricciones de las distintas unidades territoriales y definir modalidades de uso y aprovechamiento sustentable de los recursos. El principal objetivo de la ZE reside en definir sistemas ecológicos a partir del análisis integrado de sus atributos bióticos y abióticos. La ZE identifica la diversidad de ecosistemas de un territorio, su patrón de distribución espacial, analiza y dimensiona las restricciones, aptitudes ecológicas y posibles vulnerabilidades naturales y potenciales de un área.

Una perspectiva central de este tipo de diagnóstico ecológico del espacio geográfico es que facilita la elaboración de un diagnóstico socioeconómico de las diferentes unidades espaciales definidas en la zonificación. La incorporación de aspectos antrópicos al análisis de los sistemas ecológicos permite definir y caracterizar sistemas ambientales.

El partido de Tandil se localiza en el sector sudeste de la provincia de Buenos Aires, donde ocupa una superficie de 493 500 ha. Según el último censo demográfico publicado por el INDEC (2001), el partido poseía una población de 108 086 habitantes de los cuales, más del 90%, viven en la ciudad de Tandil. La ciudad cabecera se localiza en la cuenca del arroyo Langueyú, la cual presenta una alta heterogeneidad determinada por la diversidad de sistemas ambientales que la conforman, cuya definición y caracterización constituye el objetivo del presente trabajo[1].

Asumiendo los principios de la Ecología del Paisaje[2], los sistemas ambientales de la cuenca del arroyo Langueyú en el partido de Tandil, pueden

1. El presente estudio fue desarrollado en el marco de la tesis de maestría en Gestión Ambiental (Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-sociales, Universidad Nacional de San Luis) de la autora, bajo la dirección del prof. Roberto O. Sánchez en el Laboratorio de Estudios Ecogeográficos (Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires).
2. La incorporación de la Ecología del Paisaje como una nueva rama científica es relativamente reciente. Su reconocimiento como una disciplina por la comunidad científica, especialmente ecólogos y geógrafos, ha sido lento. Se le dio gran impulso en el IV Congreso Internacional de Ecología de 1986, celebrado en Syracuse (Estados Unidos), en el que este tema fue uno de los principales de las reuniones plenarias. A partir de allí ha ido creciendo a ritmo acelerado. Tal como señala Matteucci (1998), la Ecología del Paisaje tiene sus orígenes en la nueva concepción del mundo (surgida a fines de la década de 1960 y principios de la de 1970) en la que el ser humano comienza a asumirse como parte integrada al sistema ecológico. Zonneveld (1982) destaca la Ecología del Paisaje

interpretarse como paisajes. El concepto de «paisaje» tiene numerosas acepciones, tanto en sentido literario como científico. Sin embargo, en relación a las ciencias naturales ha evolucionado considerablemente antes de ser incorporado a estudios en el campo de la Ecología. Tal como ha sido asumido en el presente trabajo, los paisajes representan un conjunto de atributos, interacciones y dinámicas específicas del área que definen y reúnen expresiones que pueden ser integradamente tratadas como pertenecientes a un sistema (Ruhe, 1969; Bertrand, 1970; Tricart, 1977; Tricart y Kilian, 1982; Forman y Godron, 1985; Zonneveld, 1989; Sánchez, 1991; Forman, 1995; Farina, 1998; Naveh y Lieberman, 2001).

El paisaje compone un sector del espacio donde existe un cierto nivel de organización del conjunto de componentes específicos del ambiente local, siendo que la tipología, dinámica e interrelaciones de los elementos biológicos, físicos y culturales del sistema pueden ser temática o integradamente estudiadas y mapeadas, adoptando diferentes escalas según el nivel de percepción utilizado en su estudio (Sánchez y Cardoso da Silva, 1995).

Los antecedentes del presente trabajo tienen origen en un estudio realizado por Sánchez *et al.* (1999), quienes definieron para el partido de Tandil tres compartimentos ecológicos: Serranías, Llanura periserrana y Planicie distal o deprimida. Dichos compartimentos fueron diferenciados por su estructura ecológica, algunos aspectos ecodinámicos y tipos de ocupación e impactos generados por el uso humano de los ecosistemas. En una segunda fase, Sánchez y Zulaica (2002) identificaron en el partido de Tandil once unidades morfoedáficas (escala 1:250 000), las cuales fueron agrupadas y ordenadas según su relación con los compartimentos ecológicos anteriormente mencionados.

Partiendo de esas unidades, Zulaica y Sánchez (2003) realizaron una primera aproximación a la zonificación ecológica de la cuenca del arroyo Langueyú (escala 1:100 000). La cuenca conforma un sistema hidrológico de alta relevancia dentro del partido de Tandil ya que sus vertientes localizan la ciudad cabecera y una alta diversidad de sistemas de ocupación, principalmente agrosistemas.

En un trabajo posterior, los mismos autores (Zulaica y Sánchez, 2004) diferenciaron componentes dentro de las unidades definidas previamente, que dan idea de la heterogeneidad espacial del territorio; asimismo, identificaron las relaciones existentes entre los sistemas ecológicos explicitados en la ZE con sus componentes y el uso actual de las tierras. Tomando como referencia

como una ciencia emergente, de contenido heterogéneo y carácter complejo, pero con una clara base epistemológica. Esa base se caracteriza por un enfoque holístico, integrador y sistémico, capaz de entender el funcionamiento de entidades dinámicas.

los sistemas ecológicos definidos y el uso actual de las tierras que caracteriza a cada uno de ellos, Zulaica (2004) efectuó un diagnóstico de su situación ambiental, identificando y analizando impactos reales y/o potenciales en las distintas unidades. A partir de los resultados obtenidos en los estudios anteriores, en el presente trabajo se definen sistemas ambientales dentro de la cuenca que expresan de manera sintética aquellos aspectos que hacen a las relaciones sociedad-naturaleza.

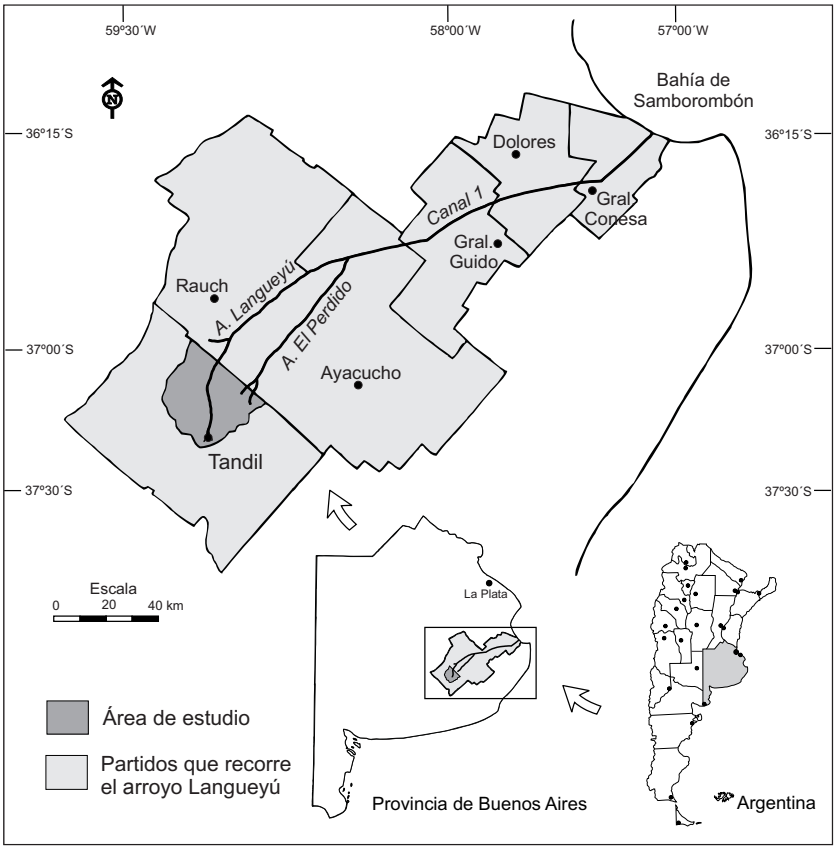
2. El área de estudio

La cuenca del arroyo Langueyú en el partido de Tandil, denominada Cuenca Superior del Arroyo Langueyú (CuSAL), conforma el área del presente estudio. La figura 1 muestra el recorrido del arroyo Langueyú, desde sus nacientes en el partido de Tandil hasta la desembocadura en la bahía de Samborombón y la localización del área en la provincia de Buenos Aires.

La CuSAL posee 100 700 ha y concentra casi la totalidad de la población del partido de Tandil debido a que la ciudad cabecera se localiza en la cuenca. La ciudad de Tandil, dista algo más de 300 km de la ciudad de Buenos Aires y se vincula con el resto de la provincia a través de la Ruta Nacional 226 y las provinciales 30 y 74. Existen dentro de la Cuenca tres asentamientos de población rural: Base Aérea, De la Canal e Iraola en el límite de la divisoria de aguas, que se vinculan entre ellos y con la ciudad de Tandil a través de una importante red de caminos vecinales.

Las principales nacientes del arroyo Langueyú (subcuencas de los arroyos Blanco y Del Fuerte) se encuentran entre los 300 y 400 m de altitud en el compartimento de las Serranías. Los relieves serranos han sido caracterizados como subsistema del sistema orográfico de Tandilia, siendo que Tandilia incluye además el área definida como subsistema de Llanuras periserranas (Sánchez y Nuñez, 2004). Los relieves y estructuras serranas de Tandilia, que están conformados por un basamento cristalino de rocas graníticas precámbricas (Geología de la provincia de Bs. As., 1975), interaccionan con una oferta pluvial considerable (media anual: 882,2 mm; Falasca y Bernabé, 2001), auspiciando el desarrollo de una red hidrológica de alcance regional. Al paisaje serrano le suceden paisajes periserranos donde se integran lomadas relativamente bajas y sectores inferiores de faldeos. En contraposición con el compartimento serrano, el periserrano presenta suelos profundos y moderadamente profundos, todos ellos de buena aptitud para el desarrollo agrícola. Serranías y Llanuras periserranas asocian estructuras y funciones contrastantes que manifiestan una diversidad de problemáticas ambientales inducidas por las diferentes modalidades de manejo y uso de los sistemas del área (Nuñez y Sánchez, 2007).

Figura 1. Localización del área de estudio



El compartimento de la Planicie distal o deprimida sucede altimétricamente a la Llanura periserrana. Está conformado por paisajes de relieve plano, a veces muy achatados y otras veces ligera y uniformemente inclinados. Sobre todo en las planicies más deprimidas suelen ocurrir concavidades internas que presentan cuerpos de agua más o menos permanentes. En correspondencia con los tres grandes compartimentos ecológicos en que ha sido espacialmente segmentada la CuSAL (Serranías, Llanura periserrana y Planicie distal o deprimida), el área de estudio fue correlativamente conceptualizada en términos de «cuenca alta, media y baja» del arroyo Langueyú.

3. Materiales y métodos

El estudio asume el concepto de paisaje cuya aplicación permitió delimitar, identificar y caracterizar unidades espaciales que presentan cierta homogeneidad interna en la escala de análisis adoptada. La realidad compleja que caracteriza las unidades, puede interpretarse en términos de sistema.

Los sistemas ambientales definidos fueron analizados desde la perspectiva utilizada para el estudio de sistemas complejos ampliamente desarrollada por García (2006). Este mismo autor define al «sistema complejo» como una totalidad organizada, caracterizada por la confluencia de múltiples procesos y cuyas interrelaciones constituyen la estructura de dicho sistema; esa estructura, definida por la heterogeneidad de los elementos que la componen, su mutua dependencia, sus relaciones y las funciones que cumplen en la totalidad organizada, determinan la complejidad del sistema.

Desde esa perspectiva, los sistemas fueron delimitados a partir de la integración de estudios previos de ZE en la cuenca y de los tipos de uso de las tierras[3]. Los estudios de ZE desarrollados previamente se basan en el análisis integrado de la diversidad de paisajes del área en estudio. El acto de zonificar y ordenar un territorio conforma una operación geográfica que significa desagregar el espacio en zonas o áreas que presentan un conjunto de rasgos específicos comunes. Las zonas tienden a constituir áreas que poseen, actual o potencialmente, una dinámica socioeconómico-ecológica propia y condicionamientos ambientales específicos. El método de zonificación consiste en identificar, delimitar y caracterizar la diversidad de paisajes y su ecodinámica, hechos analizados considerando que los componentes responsables de la estructuración y funcionamiento de los sistemas ecológicos son más o menos interdependientes. En consecuencia, los sistemas ecológicos, y principalmente los recursos naturales que sustentan sus funciones, son caracterizados según un conjunto de atributos y elementos interrelacionados (Sánchez, 1991 *op. cit.*; 1992; 2001 *op. cit.*; Sánchez y Cardoso da Silva, 1995 *op. cit.*; entre otros).

3. De acuerdo a la conceptualización de la FAO (1972), la tierra constituye una porción geográficamente definida del planeta, cuyas características integran atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera, y que sobreyacen o subyacen a la superficie del área, incluyendo la atmósfera, el suelo, el sustrato geológico, las aguas, las poblaciones de plantas y animales, como asimismo los resultados de todas las intervenciones de la ocupación y uso humano del área, en la medida en que los atributos naturales y culturales resultantes de la intervención influyan apreciablemente sobre el uso actual y futuro que de ella haga el hombre.

Los sistemas ecológicos explicitados en la ZE fueron definidos tomando como base cartográfica las delimitaciones establecidas en la fotointerpretación de las relaciones suelo-paisaje del área, realizadas por el INTA (1970). Para delimitar y dimensionar las unidades se escanearon las cartas de suelos, escala 1:100 000, integrándolas luego en un mosaico a través del programa Photoshop. El mosaico fue geo-referenciado en Erdas imagine y luego se procedió a la digitalización y medición de las áreas en ArcView.

Posteriormente, los sistemas ecológicos fueron interpretados a la luz de las relaciones con el uso actual de las tierras, a partir de informaciones censales (INDEC, 2002), de la interpretación de los patrones de ocupación en imágenes de satélite y de controles de campo.

4. Resultados

La definición de sistemas ambientales en la CuSAL exige la integración de variables ecológicas y sociales implícitas en el concepto de paisaje. En relación a ello, resulta de interés citar a Burel y Baudry (2002), quienes definen al paisaje como un nivel de organización de los sistemas ecológicos superior al ecosistema, que se caracteriza esencialmente por su heterogeneidad y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas.

Estudios previos de ZE de la cuenca permitieron diferenciar seis sistemas ecológicos, definir unidades ecosistémicas de menor jerarquía escalar (componentes) en tres de ellos y efectuar una aproximación al dimensionamiento de la problemática de la cuenca a partir de las actividades humanas desarrolladas en ese territorio. La integración de resultados obtenidos en dichos estudios permitió representar espacialmente las relaciones sociedad-naturaleza en el área, configurando dichas relaciones, los sistemas ambientales de la CuSAL.

4.1. Sistemas ecológicos

Los sistemas resultantes de la ZE definen bases espaciales necesarias para formular modelos de ocupación y manejo del territorio que conduzcan a relaciones más armónicas entre los sistemas ecológicos y socioeconómicos de la cuenca. La descripción de los sistemas ecológicos de los distintos compartimentos se presenta en la tabla 1.

El modelo de análisis espacial aplicado a la cuenca (ZE) permitió su desagregación según distintos niveles escalares. Los seis sistemas previamente delimitados presentan considerable heterogeneidad interna que, en alguna medida, puede ser caracterizada en una escala cartográfica de mayor detalle. En tres de los sistemas ecológicos fue posible definir unidades ecosistémicas

Tabla 1
Sistemas ecológicos de la cuenca superior del arroyo Langueyú

Compar-timentos	Descripción de los sistemas ecológicos
Serranías	**S** – Sistema de relieve montañoso conformado por agrupaciones de cerros que se interconectan a través de depresiones en las que ocurren valles y llanuras onduladas (periserranas). El ecosistema destaca la difusión de abundantes afloramientos rocosos en cúspides y laderas que, asociados a suelos que presentan contactos líticos próximos a la superficie, determinan una dinámica global gobernada por una baja capacidad de retención del agua de lluvia. Los ambientes bien drenados presentan flechillares en los que abundan gramíneas de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*, aquellos imperfectamente drenados presentan pajonales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) y las áreas rocosas muy heterogéneas se caracterizan por la presencia de arbustales mixtos.
Llanuras periserranas	**Llp** – Sistema gobernado por una dinámica estrechamente vinculada a las muy buenas condiciones de drenaje del material loéssico que dio origen a las formaciones superficiales. El ecosistema exhibe un modelado de relieves ondulados en los cuales se definen cuerpos edáficos profundos que destacan la presencia de horizontes superficiales de espesor y fertilidad considerable (epipedones mólicos) y horizontes subsuperficales enriquecidos en minerales de arcilla (horizontes argílicos). La matriz espacial presenta longitudes de onda variables y ello determina la coexistencia de convexidades pronunciadas y suaves (lomas y lomadas). En términos agroecológicos, las diferentes tierras del ecosistema no exhiben restricciones considerables para el cultivo, de ahí la sustitución extensiva de los flechillares típicos que de manera casi continua cubrían el paisaje periserrano; sólo quedan fragmentos de vegetación, florística y estructuralmente emparentados con el flechillar nativo en vías del ferrocarril, banquinas y bajo los alambrados.
	CT – Sistema urbano. Está conformado por el núcleo urbano propiamente dicho de la ciudad de Tandil.

Tabla 1 (continuación)

Planicies distales o deprimidas	**Pd1 –** Sistema gobernado por una dinámica estrechamente vinculada a condiciones relativamente buenas de drenaje. Está conformado por superficies geomórficas muy suavemente inclinadas y formaciones superficiales profundas, hechos que le confieren ligero a moderado potencial de escurrimiento superficial. Asocia suelos caracterizados por la presencia de un horizonte subsuperficial enriquecido en minerales de arcilla (horizonte argílico). Previo al proceso de fitosimplificación por la agricultura predominaban especies y hábitats pertenecientes a la comunidad del flechillar. La planicie define una matriz espacial que asocia microdepresiones ocasionalmente integradas a fajas de escurrimiento.
	Pd2 – Sistema gobernado por una dinámica asociada a ligeras restricciones en el drenaje superficial e interno. Está conformado por una matriz de superficies morfoedáficas apenas inclinadas (planicie) que asocian lomadas dispersas en su seno; ambos componentes geomórficos del ecosistema presentan formaciones superficiales profundas. Los perfiles de suelos se caracterizan por poseer un horizonte argílico. En los sectores mejor drenados (lomadas) predominaban especies pertenecientes a la comunidad del flechillar actualmente sustituida por agrosistemas; en los sectores imperfectamente drenados (planicie) suelen difundir pajonales de *Paspalum quadrifarium* (paja colorada).
	Pd3 – Sistema conformado por planicies (matriz) gobernadas por una dinámica vinculada a bajos potenciales de escurrimiento superficial y un lento drenaje interno. La existencia de horizontes edáficos subsuperficiales enriquecidos en minerales de arcilla altamente saturadas con sodio (horizontes nátricos) y variaciones espaciales en los niveles freáticos, salinidad y período de anegamiento, determina la presencia de mosaicos de diferentes grupos florísticos (respectivamente dominados por *Paspalum quadrifarium*, *Stipa papposa*, *Mentha pulegium*, *Distichlis spicata*, etc.). Las planicies asocian geoformas de relieve positivo (lomas y lomadas) que presentan morfología, dimensiones y concentraciones variables; imperan en ellas buenas condiciones de drenaje y suelos aptos para la labranza, de ahí la presencia sólo ocasional de flechillares de *Stipa trichotoma*, generalmente sustituidos por cultivos.

Fuente: Zulaica y Sánchez (2003).

de menor jerarquía escalar. Dichas unidades se asumen como componentes de los sistemas simbolizados como S, Pd2 y Pd3. La identificación y delimitación de los mismos fue concebida analizando la ocurrencia de variaciones espaciales de algunos caracteres abióticos (principalmente litológicos y topográficos) que determinan cambios significativos en la dinámica del agua y consecuentemente en la expresión biológica de los ecosistemas y en su aptitud de uso con fines de producción rural.

La tabla 2 muestra los criterios utilizados en la definición de los componentes identificados en cada compartimento ecológico de la CuSAL. Como se puede apreciar, el compartimento de Serranías (S) ha sido desagregado en dos componentes, siendo que en uno de ellos (S-a) predominan afloramientos rocosos, mientras que en el otro (S-b) el basamento cristalino exhibe la presencia de una cobertura sedimentaria de poco espesor. En el compartimento de las planicies distales (Pd) sus desagregaciones en componentes permitieron localizar y diferenciar áreas según dominancias de geoformas que inducen procesos hidrodinámicos y pedogenéticos específicos. La tabla 3 expresa la superficie ocupada por los sistemas ecológicos de la CuSAL y sus respectivos componentes.

Tabla 2
Componentes de los sistemas ecológicos
de la cuenca superior del arroyo Langueyú

Sistemas (símbolo)	**Criterio de identificación de componentes**	**Componentes de los sistemas ecológicos**	
S	Litológico.	**S-a:** **S-b:**	Formaciones rocosas precámbricas. Formaciones superficiales cuaternarias con predominancia de contactos líticos*.
Pd2	Geoformas, relieve y potencial de escurrimiento superficial.	**Pd2-a:** **Pd2-b:**	Planicies apenas inclinadas con moderado a bajo potencial de escurrimiento superficial. Lomadas con moderado potencial de escurrimiento superficial.
Pd3	Geoformas, relieve y potencial de escurrimiento superficial.	**Pd3-a:** **Pd3-b:** **Pd3-c:**	Planicies deprimidas con bajo potencial de escurrimiento superficial. Lomas, lomadas y planicies con moderado a bajo potencial de escurrimiento superficial. Llanuras onduladas con moderado potencial de escurrimiento superficial.

* El contacto lítico es un límite entre el suelo y un material subyacente coherente (en este caso roca) que se encuentra dentro de los 50 cm superficiales de un suelo mineral (Soil Survey Staff, 1999).

Fuente: Zulaica y Sánchez (2004).

Tabla 3
Superficies de tierras asociadas a los sistemas ecológicos de la cuenca superior del arroyo Langueyú y sus componentes

Compartimentos ecológicos	Sistemas ecológicos Superficie en ha				Componentes Superficie en ha	
Serranías	**S:**	4 020			**S-a:**	990
					S-b:	3 030
Llanuras periserranas	**Llp:**	16 860				
	CT:	2 545				
Planicies distales o deprimidas	**Pd:**	77 290	**Pd1:**	21 760		
			Pd2:	8 891	**Pd2-a:**	5 160
					Pd2-b:	3 735
			Pd3:	46 635	**Pd3-a:**	29 735
					Pd3-b:	15 850
					Pd3-c:	1 050

Fuente: Zulaica y Sánchez (2004).

4.2. Uso actual de las tierras

El proceso de ocupación y desarrollo actual del territorio expresa contrastes espaciales en la CuSAL debido a que los diferentes sistemas ecológicos y sus componentes condicionan la estructura y el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos. En la tabla 4 se destacan los tipos de uso de las tierras de la cuenca, sus áreas de distribución, las principales expresiones del uso y la superficie aproximada que ocupan las actividades.

Muchas veces los usos del territorio modifican sustancialmente las condiciones de los ecosistemas naturales o algunos de sus elementos, mientras que en otros se desarrollan actividades que conservan algunos rasgos de ecosistemas nativos. En la primera situación se incluyen las actividades urbanas, mineras y forestales, la agricultura y la ganadería intensiva realizadas en distintos sistemas ecológicos de la cuenca. Las actividades de recreación vinculadas a la protección de áreas y la ganadería extensiva o semiextensiva, integran la segunda situación mencionada.

4.3. Sistemas ambientales

La integración de los resultados anteriores permitió definir para la cuenca nueve sistemas ambientales que fueron agrupados en función de los tres compartimentos ecológicos definidos para el partido de Tandil, los cuales se

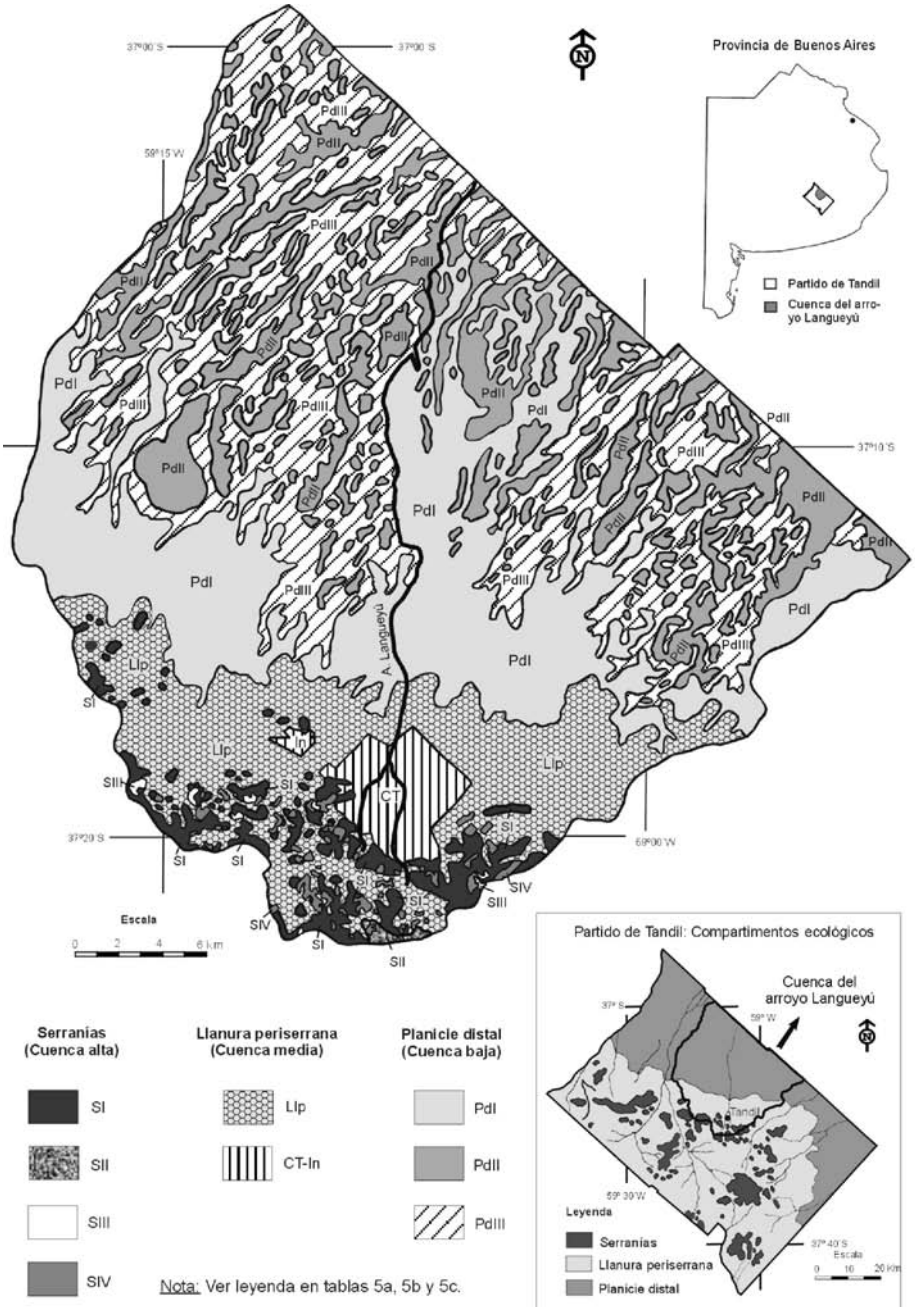
Tabla 4
Cuenca superior del arroyo Langueyú: uso actual de las tierras y su distribución en los sistemas ecológicos

Tipos de uso de las tierras	Principales áreas de distribución	Principales expresiones del uso	Superficie aprox. (ha)
Agricultura y ganadería intensiva	Llp; Pd1, Pd2-b, Pd3-b y Pd3-c	Predominan establecimientos agrícolas volcados a la producción de cultivos anuales de renta (trigo, soja, maíz, girasol, etc.); algunos asocian esa actividad a la invernada vacuna y/o la producción lechera (tambo) que a veces se hace dominante (los agrosistemas se sustentan en el cultivo de plantas forrajeras perennes y anuales, sobre todo verdeos)*.	57 000
Ganadería extensiva y semiextensiva	S; Pd2-a y Pd3-a	Predominan establecimientos ganaderos volcados principalmente a la actividad de cría y recría vacuna sobre pastos naturales, complementándose en ocasiones con pasturas perennes tales como agropyro, lotus, festuca, trébol blanco, cebada, raigrás y trébol rojo*.	37.000
Forestación	S-b	Predomina la forestación con fines productivos (plantaciones de *Pinus radiata D. Don*), paisajístico-recreativos (pinos y eucaliptus), como barreras forestales (álamos) y atendiendo normativas en relación a la actividad minera.	700
Minería	S	Explotación de rocas graníticas. Existen siete canteras en actividad de escala considerable: Carba, El Naranjo, Montecristo, Cerro Federación, Cerro Leones, El Trincante y Equimac; existen otras menores y numerosas canteras inactivas vinculadas en la actualidad a actividades turísticas.	150
Protección	S	Reserva Natural Sierra del Tigre. Abriga especies de flora y fauna, antiguas canteras, cavas y construcciones de piedra, senderos, casas y pircas pertenecientes a los antiguos picapedreros.	150
Urbanos	CT y sectores de Llp	Usos residenciales, comerciales y de servicios, culturales, educativos, institucionales, industriales y recreativos o de esparcimiento.	5 000

* Las diferentes expresiones del uso aquí mencionadas no están presentes en todas las áreas de distribución citadas en los tipos de uso de las tierras «agricultura y ganadería intensiva» y «ganadería extensiva y semiextensiva».

Fuente: Zulaica (2004).

Figura 2. Sistemas ambientales de la cuenca superior del arroyo Langueyú



corresponden con los tres segmentos considerados en el presente trabajo: Serranías-*cuenca alta*, Llanura periserrana-*cuenca media* y Planicie distal-*cuenca baja* del arroyo Langueyú.

Los sistemas se describieron en función de sus características ecológicas, las principales actividades que se desarrollan en ellos y su grado de artificialización, el cual hace referencia a la estructura resultante del proceso de conversión de los sistemas naturales en culturales.

Tabla 5a
Sistemas ambientales de la cuenca superior del arroyo Langueyú: cuenca alta

Serranías – cuenca alta		
Descripción	**Grado de artificialización**	**Problemas ambientales**
SI – Sistema ambiental en el que dominan tierras que asocian afloramientos rocosos y suelos poco profundos y que, siendo inaptos para el desarrollo agrícola, son ocupados por ganadería de cría sobre pastos naturales y actividades recreativas.	Bajo a moderado	Sobrepastoreo de la oferta de plantas forrajeras y degradación consecuente de los pastizales nativos.
SII – Sistema ambiental en el que dominan tierras que asocian afloramientos rocosos y suelos poco profundos (inaptos para labranzas), actualmente protegidos y usados para recreación de la población local y turística (Reserva Natural Sierra del Tigre).	Bajo a moderado	Destrucción de hábitats en algunos sitios como consecuencia de la creación de nuevos ambientes (albergues de especies de fauna, infraestructura turística).
SIII – Sistema ambiental en el que dominan tierras que asocian afloramientos rocosos y suelos poco profundos (inaptos para labranzas) utilizados actual y pretéritamente por actividades mineras a cielo abierto basadas en la extracción de rocas granitoides.	Muy alto	Destrucción de hábitats, desarrollo de escarpas con desestabilización de pendientes y del régimen hidrológico local, impactos visuales que se traducen en conflictos sociales permanentes, etc.
SIV – Sistema ambiental en el que predominan suelos poco profundos, asociando ocasionales bloques rocosos y pequeños afloramientos y que, siendo inaptos para el desarrollo agrícola, son usados para forestación con cultivos monoespecíficos (*Pinus radiata D. Don*, principalmente).	Alto	Simplificación de la vegetación nativa e interrupción de la conectividad de los ecosistemas que sustentan las cadenas tróficas serranas.

Tabla 5b
Sistemas ambientales de la cuenca superior del arroyo Langueyú: cuenca media

Llanura periserrana – cuenca media		
Descripción	**Grado de artificialización**	**Problemas ambientales**
Llp – Sistema ambiental en el que predominan tierras con relieves ondulados a ligeramente ondulados, los cuales asocian pendientes moderadas y lomas más o menos pronunciadas, con suelos profundos, bien drenados, de buena aptitud agrícola y actualmente ocupados por cultivos de renta (trigo, soja, maíz, girasol) y ocasionales pasturas.	Alto	Simplificación extensiva de la vegetación nativa con pérdidas de hábitats y biodiversidad (especies de flora y fauna); contaminación de aguas y suelos por uso sostenido de agroquímicos; ligera a moderada erosión actual y peligro de erosión potencial.
CT-In – Sistema ambiental en el que predominan tierras con relieves ondulados a ligeramente ondulados, con suelos profundos, bien drenados, actualmente ocupados por el uso urbano e industrial exclusivo. El sistema integra la ciudad de Tandil, construida al pie del núcleo serrano «Albión», el Parque y un área industrial.	Muy alto	Principalmente contaminación por industrias y talleres.

También, se han mencionado para cada uno de los sistemas los problemas ambientales más relevantes derivados de los desajustes en la relación sociedad-naturaleza.

En la figura 2 se muestra la distribución espacial de los sistemas ambientales cuya leyenda descriptiva se presenta en las tablas 5a, 5b y 5c.

La definición de sistemas ambientales de la CuSAL contribuye a la comprensión de su problemática ambiental, constituyéndose en un instrumento científico básico para la elaboración de programas o proyectos de desarrollo sustentable tendientes a una gestión integral del área.

Tabla 5c
Sistemas ambientales de la cuenca superior del arroyo Langueyú: cuenca baja

Planicie distal – cuenca baja		
Descripción	**Grado de artificialización**	**Problemas ambientales**
PdI – Sistema ambiental donde predominan tierras con relieves planos (muy ligeramente inclinados), suelos moderadamente drenados, frecuentemente aptos para el desarrollo de cultivos agrícolas y forrajeros, actualmente ocupados por cultivos de ciclo corto (trigo, soja, maíz, girasol); cultivos mixtos (granos y forrajes) y ganadería de ciclo completo.	Alto y, en algunos sectores, moderado	Simplificación extensiva de la vegetación nativa en suelos labrables con firme tendencia a la extinción de hábitats; contaminación de aguas, suelos y microdepresiones por uso progresivamente creciente de agroquímicos; degradación de pastizales nativos por pastoreo continuo y sobrecarga animal.
PdII – Sistema ambiental en el que predominan lomas, lomadas y planicies que asocian en general suelos profundos con ligero y moderado potencial de escurrimiento superficial, aptos para el desarrollo de cultivos agrícolas y forrajeros y principalmente ocupados por sedes de establecimientos, pasturas y cultivos (maíz, principalmente); difundiendo algunos sectores con aprovechamiento ganadero de pastos nativos.	Alto y, en algunos sectores, moderado	Simplificación cuasi-extensiva de la vegetación nativa con pérdidas de hábitats y biodiversidad (especies de flora y fauna).
PdIII – Sistema ambiental donde abundan tierras que poseen pastizales nativos, relieves extremadamente chatos, suelos pobremente drenados, frecuentemente sódicos, aptos para uso de la oferta de pastos nativos y principalmente ocupados por actividades de cría y recría de ganado.	Bajo a moderado	Degradación de los pastizales nativos por pastoreo continuo y sobrecarga animal.

5. Consideraciones finales

La zonificación ecológica de la cuenca superior del arroyo Langueyú en el partido de Tandil, conforma un resultado geográfico derivado del análisis integrado de las cualidades bióticas y abióticas que permite caracterizar la diversidad de ecosistemas de la cuenca.

El proceso de ocupación y desarrollo actual de la cuenca expresa contrastes espaciales debido a que los diferentes sistemas ecológicos y sus

componentes condicionan la estructura y el funcionamiento de los sistemas culturales.

La heterogeneidad de la cuenca ha posibilitado el desarrollo de numerosas actividades que asumen diferentes formas de expresión en el territorio. Sin duda, entre los usos actuales del área, dominan ampliamente (95% de la CuSAL) aquellos vinculados a actividades rurales. Entre las actividades rurales, la agricultura y la ganadería intensiva se distribuyen en casi el 60% de las tierras, especialmente en los sistemas ecológicos de la Llanura periserrana (Llp), Planicie distal (Pd1) y ambientes bien drenados (lomas) de las Planicies distales (Pd2 y Pd3). La ganadería extensiva y semiextensiva ocupa los ambientes con bajo potencial de escurrimiento superficial de las Planicies distales Pd2 y Pd3 y aquellos otros ambientes que, asociados al sistema serrano (S), presentan pendientes pronunciadas, rocosidad y contactos líticos próximos a la superficie.

Así como las formas de uso y ocupación de los sistemas ecológicos y sus componentes expresan contrastes en la cuenca, los problemas ambientales muestran diferencias acentuadas en los distintos compartimentos. Dado que cada uno de ellos desempeña funciones específicas dentro de la CuSAL, su problemática debiera ser tratada a nivel de cada uno de ellos.

La lectura integrada de los sistemas ecológicos y las actividades desarrolladas en éstas condujo a la definición de sistemas ambientales cuya caracterización constituye una base geográfica para orientar estudios conducentes a: elaborar estudios que permitan caracterizar la diversidad del área; manejar integrada y adecuadamente los diversos segmentos de CuSAL, al menos a nivel de cuenca alta, media y baja del arroyo Langueyú y; comprender las relaciones sociedad-naturaleza en estudios de impacto ambiental, en programas destinados a la mitigación de procesos de degradación ambiental o tendientes a la conservación de la calidad de los sistemas en el mediano y largo plazo. El estudio de los sistemas ambientales aporta además un conjunto de bases diagnósticas necesarias para el ordenamiento del territorio, pudiendo utilizarse para formular estrategias, políticas y acciones de desarrollo sustentable.

6. Bibliografía

BERTRAND, G. (1970): «Ecologie de l'espace géographique», en *Recherches pour une science du paysage*, Société de biogéographie, transcripción, sesión del 19 de diciembre de 1969, pp. 195-205.

BUREL, F. y J. BAUDRY (2002): *Ecología del Paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*, Editorial Mundi-Prensa, Madrid.

FALASCA, S.L. y M.A. BERNABÉ (2001): «Las precipitaciones en el partido de Tandil», en *Actas del 8º Encuentro de Geógrafos de América Latina*, Santiago de Chile, pp. 53-59.

FAO (1972): «Evaluación de tierras para la planificación del medio rural; un método ecológico», en K.J. BEEK y J. BENNEMA, *Proyecto regional FAO/PNUD RLA 70-457*, Oficina Regional para América Latina, Santiago de Chile.

FARINA, A. (1998): *Principles and methods in landcapes ecology*, Chapman & Hall, Londres.

FERNÁNDEZ, R. (2000): *La ciudad verde: teoría de la gestión ambiental urbana*, Centro de Investigaciones Ambientales – Espacio Editorial, Buenos Aires.

FORMAN, R.T.T. (1995): *Landscape mosaic: the ecology of landscapes and regions*, Chapman y Hall, Cambridge University Press, Londres y Nueva York.

FORMAN, R.T.T. y M. GODRON (1985): *Landscape ecology*, Wiley, Nueva York.

GARCÍA, R. (2006): *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Editorial Gedisa, Barcelona.

GEOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE BS. AS. (1975): *VI Congreso geológico argentino*, Bahía Blanca.

INDEC (2001): *Censo Nacional de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires.

INDEC (2002): *Censo Nacional de Agropecuario de la Provincia de Buenos Aires*, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires.

INTA (1970): *Carta de suelos de la República Argentina*, *Hojas: 3760-24, La Constancia; 3760-29, Sierra del Tandil; 3760-17, Rauch; 3760-23, Tandil,* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

MATTEUCCI, S.D. (1998): «La creciente importancia de los estudios del medio ambiente», en: S. MATTEUCCI y G. BUZAI (compiladores), *Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial*, Editorial Eudeba, Buenos Aires, pp. 19-30.

NAVEH, Z. y A. LIEBERMAN (2001): *Ecología de paisajes*, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

NUÑEZ, M.V. y R.O. SÁNCHEZ (2007): «Relaciones sociedad-naturaleza en la región de Tandilla», en *Actas del Primer Congreso de Geografía de Universidades Nacionales*, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto.

RUHE, R.V. (1969): *Quaternary landscapes in Iowa*, Iowa State, University Press, Ames.

SÁNCHEZ, R.O. (1991): *Bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal,* Fundación Cândido Rondón, Cuiabá.

— (1992): *Zoneamento agroecológico do Estado de Mato Grosso*, Secretaría de Planejamento do Estado de Mato Grosso, Cuiabá.

— (2001): «Bases y criterios metodológicos para la zonificación ecológica y el ordenamiento ambiental del territorio: aplicaciones al partido de Tandil

(provincia de Buenos Aires)», en *Actas del primer Congreso nacional sobre problemáticas sociales contemporáneas*, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.

SÁNCHEZ, R.O. y T. CARDOSO DA SILVA (1995): «Zoneamento ambiental: uma estrategia de ordenamento das paisagems», *Caderno de Geociencias 14*, IBGE, Río de Janeiro, pp. 47-53.

— G. MATTUS y L. ZULAICA (1999): «Compartimentación ecológica y ambiental del partido de Tandil (provincia de Buenos Aires)», en *Actas del Congreso Ambiental ´99*, Programa de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, pp. 338-346.

— y L. ZULAICA (2002): «Ordenamiento morfoedáfico de los sistemas ecológico-paisajísticos del partido de Tandil (provincia de Buenos Aires)», en *Contribuciones Científicas*, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, vol. 63, Buenos Aires, pp. 387-402.

— y M.V. NUÑEZ (2004): «El sistema de Tandilia: una aproximación a la definición de su espacialidad y compartimentación territorial», en *Actas del segundo Congreso de la ciencia cartográfica – IX Semana nacional de cartografía*, SEGEMAR – Centro Argentino de Cartografía, Buenos Aires.

SOIL SURVEY STAFF (1999): *Soil Taxonomy*, NRCS-USDA, Agric. Handbook 436, US. Gov. Print. Office, Washington DC.

TRICART, J. (1977): *Ecodinámica*, IBGE-SUPREN, Río de Janeiro.

TRICART, J. y J. KILIAN (1982): *La eco-geografía y la ordenación del medio rural*, Anagrama, Barcelona.

ZONNEVELD, L.S. (1982): «Landscape ecology, a science or of mind», en S.P. TJALLINGII y A.F. DE VEER (eds.): *Perspectives in landscape ecology. Proccedings of the international congress of the Nertherlands Society of landscape ecology*, PUDOC, Wageningen, pp. 9-15.

— (1989): «The land unit: a fundamental concept in landscape ecology and its applications», en *Landscape Ecol.*, 3, pp. 67-86.

ZULAICA, L. (2004): «Aproximación al dimensionamiento de la problemática ambiental de los sistemas ecológicos de la cuenca del arroyo Langueyú (Partido de Tandil)», en *Contribuciones Científicas*, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, vol. 65, Santa Fe, pp. 369-389.

— y SÁNCHEZ, R.O. (2003): «Zonificación ecológica de la Cuenca del Arroyo Langueyú (Partido de Tandil), en *Contribuciones Científicas*, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, vol. 64, Bahía Blanca, pp. 665-684.

— y SÁNCHEZ, R.O. (2004): «Sistemas ecológico-paisajísticos de la cuenca del arroyo Langueyú (partido de Tandil)», en *V Jornadas nacionales de geografía física*, Universidad Católica de Santa Fe, Facultad de Ingeniería, Geoecología y Medio Ambiente, Santa Fe, pp. 223-231.