

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA
HÍDRICA LA QUEBRADA (CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE
LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CUALITATIVAS Y
VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

*Verónica Briguera**

I. Introducción

Si bien en la actualidad la función de las áreas protegidas está orientada hacia el mantenimiento de espacios de uso sustentable (Barzetti, 1993; Borrini-Feyerabend, 1997; Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 1998), su creación no garantiza "*per se*" el cumplimiento de sus objetivos (Burkart *et al.*, 1995). Las decisiones de manejo requieren la incorporación de conceptos sociales que favorezcan la sustentabilidad ecológica mediante una mejor relación entre sociedad y naturaleza (Gligo, 1995) de tal forma que sus límites no constituyan la frontera que separa el desarrollo de la conservación. Desde este punto de vista, las áreas protegidas son sistemas ambientales complejos en donde interactúan factores físicos, ecológicos, económicos, culturales, políticos, administrativos y legales produciendo la adaptación continua de la estructura interna de dichos sistemas (Matteucci, 1998). Estas relaciones no son lineales y generan una gran variedad de comportamientos que se manifiestan en su heterogeneidad espacial (Schuschny, 1998).

El conocimiento y comprensión de estos sistemas implica la utilización de herramientas de planificación y ordenamiento territorial (entre las que se encuentra la delimitación de áreas homogéneas) que permitan el tratamiento de la información y su abordaje en forma simplificada (Kufner *et al.*, 2000). Para ello, la disponibilidad de información actualizada y adecuada a los objetivos perseguidos es determinante para el eficaz cumplimiento de la tarea de los sistemas de gestión y manejo de las áreas protegidas (Barrantes y Castro, 1998). Esto suele representar un serio obstáculo, principalmente en aquellos países, estados, provincias u otros niveles jurisdiccionales con escasos presupuestos asignados al funcionamiento de estos territorios.

Bajo estas circunstancias, la elaboración de diagnósticos como bases para la planificación y el manejo, se ve limitada. Tal es el caso de la Reserva Hídrica La

-
- Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables (CERNAR). Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. cbriguera@efn.uncor.edu

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

Quebrada en la provincia de Córdoba, Argentina. Si bien existen publicaciones sobre diversos aspectos relacionados a su estado de conservación (Estrabou, 1983; Bejerman *et al.*, 1993; Carignano y Cioccale, 1991; Mogni, 1993; Cioccale *et al.*, 1998) y estudios parciales que responden a distintos objetivos, se presentan dificultades para reunir y compatibilizar la información generada con metodologías, escalas y dimensiones temporales disímiles, de manera tal que sea operativa a los fines del manejo de la reserva.

En el presente trabajo se propone, la elaboración de un mapa diagnóstico de zonas homogéneas de la Reserva Hídrica La Quebrada utilizando medidas cualitativas y variables de síntesis como alternativa para sistematizar y compatibilizar la información existente en relación a factores físicos, ecológicos, económicos y socioculturales. El mismo, pretende ser un aporte al conocimiento del área de estudio que contemple las problemáticas ecológicas y socioeconómicas y que facilite la planificación, el diseño de estrategias de conservación y control y la toma de decisiones.

II. Area de estudio

La Reserva Hídrica Natural "Parque La Quebrada" en Río Ceballos (Provincia de Córdoba, Argentina) presenta características geográficas, naturales y culturales tales que, a pesar de sus pequeñas dimensiones, la hacen de particular interés para su conservación. Fue creada en 1986, en el marco de la Ley Provincial N° 6964/83 de Áreas Naturales y está encuadrada en la categoría Reserva Hídrica Natural, que protege las cuencas de captación y reservorios de agua insertos en ambientes silvestres de importancia ecológica o turística. La reserva comprende la cuenca del Río Ceballos, situada sobre la ladera oriental de la Sierra Chica en la Provincia de Córdoba, aproximadamente a los 31° 10' de latitud Sur y 64° 20' de longitud Oeste, en el departamento Colón, 36 Km al Norte de la Ciudad de Córdoba (Figura 1). Abarca¹ 3.723 ha de las cuales 300 son fiscales (lago y perilago), perteneciendo el resto a propiedades privadas. El relieve está constituido por sierras antiguas de baja altura, con cumbres redondeadas y valles amplios en la cuenca alta y quebradas de pendientes abruptas en la cuenca media y baja. Sobre el cuerpo de agua principal (Río Ceballos) se ubica un embalse artificial de 30 ha que almacena las aguas de sus tres afluentes principales: los arroyos Colanchanga, Los Hornillos y Los Guindos. La vegetación corresponde al Chaco Serrano con tres subtipos principales: bosque serrano, arbustal y pastizal (Luti *et al.*, 1979).

Su fácil acceso y su proximidad a centros urbanos importantes, hacen de ella una de las reservas con mayor uso público en la Provincia de Córdoba. La actividad turística y la ganadería extensiva son las principales actividades que se

desarrollan en el área. Asimismo, en cercanías del embalse, se encuentra el centro urbano Villa Colanchanga, el cual ha experimentado un crecimiento ininterrumpido en los últimos 30 años (Mogni, 1993). Los objetivos y medidas enunciados en el Decreto N°5620/86 de creación de la Reserva y el Decreto N°3261 de su Reglamento de Administración, son de difícil implementación debido al escaso presupuesto y a la inexistencia de un plan de manejo.

III. Fundamentos metodológicos para la elaboración del diagnóstico

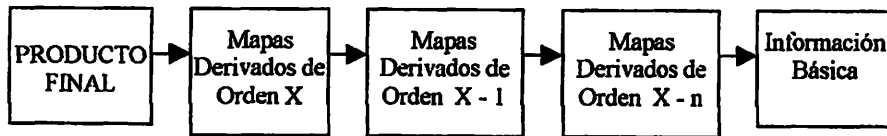
Se recurrió a medidas cualitativas y variables de síntesis derivadas de la información disponible, para la elaboración del diagnóstico del área de estudio. Los métodos cualitativos son adjetivaciones ordinales de los diferentes caracteres considerados, entre los que se destaca la cartografía de unidades homogéneas (Almorox *et al.*, 1996). Por otra parte, las variables de síntesis engloban a otras que producen un efecto común que caracteriza al conjunto considerado; si bien no se conoce el comportamiento individual de cada factor que constituye la variable de síntesis, es posible aproximar alguna información sobre el efecto que poseen en conjunto (Palacios y Zamar, 1986). Combinando diferentes capas de información cartográfica que contengan datos de tipo cualitativo sobre variables ecológicas y culturales, puede obtenerse un mapa que refleje la capacidad del sistema (Kufner *et al.*, 2000) y que sirva de base para la gestión y el manejo de las áreas protegidas.

Sobre esa base, se elaboró un sistema de información geográfica a fin de reunir y organizar la información disponible y los procedimientos necesarios para manipularla (Hasenack y Weber, 1998). Dicho proceso requirió la elaboración de un *modelo cartográfico* y de la *cartografía temática* correspondiente:

a. Modelo Cartográfico:

El modelo cartográfico tiene como propósito identificar la información necesaria y organizar los procedimientos analíticos que serán usados en el estudio, a la vez que constituye una fuente de documentación y referencia para el análisis (Eastman, 1997). A partir de la definición del producto final que se desea lograr, se consignan las variables que se requieren para obtenerlo (mapas derivados de orden X). Posteriormente se analiza si esas variables están disponibles directamente o si deben ser obtenidas a partir de otros mapas de un orden derivado menor (mapas derivados de orden X-1...X-n). Este mecanismo progresivo concluye cuando se arriba a la cartografía de información básica que es tomada directamente sin ser derivada de otra (González Loyarte *et al.*, 1989; Eastman, 1997; Kufner *et al.*, 2000).

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**



Siguiendo este esquema, se definió el producto a obtener como un mapa de zonas homogéneas de *Vulnerabilidad Ambiental* que refleja las áreas de mayor y menor riesgo de deterioro en relación a las características físicas, biológicas y socioculturales presentes en el área de estudio. Se consideraron vulnerables aquellas áreas que sufrirán degradación intensa en un futuro próximo si los factores que causan el deterioro siguen operando (Hunter, 1996). Se lo concibió como la interacción entre la *capacidad del ecosistema* y el *uso del suelo* (Kufner *et al.*, 2000):

Capacidad del ecosistema: para su tratamiento, se planteó la elaboración de un mapa de Riesgo Actual de Erosión. La erosión resume factores como la erodabilidad del suelo, la cobertura vegetal, el clima y la topología entre otros (Calvo y Quirós, 1996) que son características físicas y ecológicas cuyas variaciones otorgan mayor o menor fragilidad al sistema. Con este criterio se consideró que el *riesgo actual de erosión* es una variable de síntesis que puede asumirse como indicador de capacidad del medio. La información necesaria para la obtención de este mapa fue tomada del esquema propuesto por Almorox *et al.* (1996) para la evaluación cualitativa de la erosión hídrica (Anexo I). Según estos autores el riesgo actual de erosión surge de combinar mediante multiplicaciones, valores cualitativos de las variables consideradas.

Uso del suelo: para la elaboración de un mapa de la distribución de las actividades humanas según la intensidad con que se manifiestan en el sistema, se completó el modelo cartográfico con la información correspondiente a las principales actividades presentes en el área de estudio: ganadería, turismo y población.

Se evaluó la información disponible para completar el modelo cartográfico en relación a los factores *capacidad del ecosistema* y *uso del suelo* y se identificaron datos faltantes que fueron necesarios relevar o inferir a partir de información existente. El modelo cartográfico completo quedó definido con la siguiente estructura:

<i>Información Básica</i>	<i>Mapas Derivados de Primer orden</i>	<i>Mapas Derivados de Segundo Orden</i>	<i>Mapas Derivados de Tercer Orden</i>	<i>Mapa Final</i>
Textura del Suelo Profundidad Pedregosidad Orientación Laderas	Erodabilidad	Erosión Potencial		
Pendientes			Riesgo Actual de Erosión	
Índice de Fournier	Precipitaciones			Vulnerabilidad Ambiental
Imagen LandSat, TM3 y TM4	NDVI	Cobertura Vegetal		
Imagen LandSat, TM3, TM4 y TMS	Vegetación	Ganadería		
Caminos Red hidrológica	Turismo	Turismo y Urbanización	Uso del Suelo	
Fotografía aérea	Urbanización			

Tabla 1. Modelo cartográfico para la elaboración del mapa diagnóstico de zonas homogéneas.

b. Elaboración de la Cartografía Temática

Como segundo paso de la elaboración del SIG, se establecieron los procedimientos analíticos que permitieron expresar las distintas variables del modelo cartográfico en forma de la mapas temáticos. Se trabajó con el programa Idrisi para Windows versión 2.0 (Eastman, 1997). Dichos procedimientos incluyeron: digitalización de la información de base, rasterización de vectores, homologación de los sistemas de referencia geográfica, homologación del nivel de resolución (tamaño de grilla) y reclasificaciones de las imágenes según los índices cualitativos obtenidos para las variables del modelo cartográfico, cálculo de áreas, extracción y asignación de valores, solapamiento de imágenes, gestión de bases de datos y la utilización de un conjunto de herramientas para la visualización y representación gráfica de los mapas resultantes (Eastman, 1997).

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

Luego de ingresar la información en formato digital, se asigna a cada variable de primer orden, valor 1 para su condición óptima y valores crecientes hasta alcanzar la condición más desfavorable en relación a los objetivos de conservación de la reserva. Siguiendo el esquema del modelo cartográfico y las operaciones algebraicas propuestas por Almorox *et al.* (1996) los valores máximos y mínimos que alcanza cada variable, surgen de multiplicar sucesivamente los valores de los píxeles de las distintas capas de información con las que se obtiene el mapa final. Es decir, cada mapa posee valores que son el producto de los valores contenidos en la cartografía de orden inferior, que le dieron origen. De esta manera, las zonas homogéneas que se obtienen poseen valores ordinales que representan la mayor o menor intensidad de las variables que se grafican, asignando un orden de importancia a cada una de ellas. Ello representa una aproximación cualitativa al estado de cada factor considerado en el análisis. El orden de importancia de las zonas homogéneas se expresa en los mapas por tonalidades más claras para las áreas de orden de importancia menor y más oscuras para aquéllas de orden de importancia mayor.

La información de base necesaria para la elaboración de la cartografía, se recabó de distintas fuentes y fue la siguiente:

- *Textura del suelo, profundidad y pedregosidad*: fueron relevados por Estrabou (1983) para suelos con diferentes orientaciones de laderas y valles de fondo plano.
- Mapas de *Orientación de laderas* y de la *red hidrológica* fueron digitalizados a partir de cartografía elaborada por Cioccale (1999).
- Índice de Fourniér o de *erosividad climática* "EI" (Erosivity Index): se calculó con datos pluviométricos del área para el año 1999, a partir de la siguiente expresión (Almorox *et al.*, 1996):

$$EI = \sum (p_i^2/P)$$

Sumatoria de i = mes 1 hasta i = mes 12

p : precipitación total (mm) del mes i

P : precipitación total (mm) media anual

El valor obtenido se coteja con una tabla estandarizada que arroja un valor cualitativo para el "EI"; éste varía entre 1 (erosividad climática muy baja) y 5 (erosividad climática muy alta).

- Mapa de *Pendientes*: fue digitalizado del mapa propuesto por Cioccale (1999), asignándole a la imagen valores que varían de 1 (pendientes de 2 a 6%) y 5 (pendientes de 50 a 75%).
- Para el análisis de la *vegetación* se utilizó una imagen LandSat TM de enero de 1999 provista por el Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos

Agrícolas y Naturales (CREAN) dependiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

- La evaluación de las *actividades humanas* en la cuenca se efectuó mediante la utilización de fotografías aéreas a escala 1:5000 de 1996 y del relevamiento a terreno con la asistencia de un GPS.

Los mapas derivados de primer orden se elaboraron en base a esta información siguiendo el modelo cartográfico:

El índice de *Erodabilidad del Suelo* (Almorox *et al.*, 1996) se calculó para las distintas orientaciones de las laderas ya que la textura, profundidad del suelo y pedregosidad superficial que integran dicho índice, están condicionadas por la humedad, la insolación y la cobertura vegetal que, a su vez, cambian con la exposición. Luego, los valores obtenidos fueron asignados a un mapa de orientación de las laderas. De forma similar, el resultado del índice de Fournier fue asignado a un mapa del área de estudio para construir el mapa de *Precipitaciones*, mientras que el *NDVI* fue obtenido a partir de las bandas 3 y 4 de una imagen Landsat TM (González Loyarte, 1989; Terrill, 1994).

El mapa de *Vegetación* se elaboró a partir de la imagen Landsat TM sobre la que se realizaron clasificaciones “no supervisadas” y “supervisadas” de las bandas 3, 4 y 5, alternadas con las correspondientes comprobaciones en el terreno de las áreas obtenidas.

Los datos de distribución del *Turismo* y de los accesos y caminos relevados en el terreno con el apoyo de un GPS, fueron incluidos sobre el mapa de la red hidrológica, por estar esta actividad directamente vinculada a los cursos de agua. Por otra parte, la distribución de la *Urbanización* se digitalizó a partir de una fotografía aérea de la reserva.

Estos mapas de primer orden, se superpusieron multiplicando los valores pixel a pixel de las imágenes correspondientes, para obtener los mapas de segundo y tercer orden. Para la elaboración del mapa de *Cobertura Vegetal* de las distintas unidades fisonómicas identificadas en la imagen LandSat, se estimó la cobertura en el terreno mediante el método de Braun-Blanquet (Hays *et al.*, 1981). Luego, se comparó esta información con la imagen del *NDVI* y se establecieron los siguientes rangos de corte a fin de obtener clases discretas de cobertura vegetal:

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

Clase	% Cobertura	NDVI	Tipo cobertura
1	75 – 100	0.56 – 1	Muy alta
2	50 – 75	0.41 - 0.55	Alta
3	25 – 50	0.31 - 0.40	Media
4	5 – 25	0.01 - 0.30	Baja
5	< 5	< 0	Muy baja

La imagen de NDVI se reclasificó según estos rangos, resultando el mapa de Cobertura Vegetal.

El mapa de *Actividad Ganadera* se elaboró en base mapa de vegetación debido a la ausencia de información sobre carga ganadera en cada propiedad. En base a información registrada por guardaparques de la reserva se asumió que la distribución del ganado sigue el patrón de las unidades fisonómicas de vegetación de acuerdo a la accesibilidad que cada una presenta, asignándose un orden cualitativo 1 para el bosque (menor carga ganadera) y 3 para el pastizal (mayor carga ganadera).

Por último, el mapa final de *Vulnerabilidad Ambiental* fue sometido a una clasificación no supervisada (análisis de cluster) a fin de obtener 4 unidades discretas de vulnerabilidad, que faciliten su lectura e interpretación.

IV. Resultados observados a partir de la cartografía temática

De la cartografía elaborada sólo se presentan aquí aquellos mapas con información inédita, importantes para la comprensión de los procesos considerados en el presente estudio. Los resultados obtenidos en todos los pasos de elaboración de la cartografía fueron corroborados en el terreno, lo cual permitió verificar la coherencia de la información con la real ocurrencia de los procesos. Asimismo, las observaciones realizadas en el área de estudio completan el diagnóstico que se desprende de los mapas; ambos se describen a continuación:

a. Mapas derivados de primer orden

- Mapa de *Erodabilidad*: En el cálculo del índice de erodabilidad (SEI), los valles de fondo plano presentaron valores mayores (3 = alto) debido a la textura de sus suelos que reciben el material erosionado de las laderas circundantes. Para las laderas, los valores fueron menores (2 = moderado), sin diferencias entre las distintas orientaciones.

- **Mapa de Precipitaciones:** se obtuvo un índice de erosividad climática clase 5 (muy alto) para el año 1999. Debe considerarse que éste fue un año húmedo cuyas precipitaciones alcanzaron 1500 mm y que superó ampliamente el promedio histórico de 950 mm calculado sobre registros de 40 años.

- **NDVI:** Los valores del índice se encuentran entre la clase 4 (cobertura vegetal baja), y la clase 1 (cobertura vegetal muy alta) que corresponden al pastizal con roca expuesta y al bosque cerrado respectivamente.

- **Mapa de Vegetación:** La distribución de grandes unidades fisonómicas se presenta en la Figura 2. El bosque ocupa la cuenca baja. En la cuenca alta se aprecian parches de bosque que corresponde a forestaciones artificiales con especies introducidas, en torno a sectores domésticos y peridomésticos. El arbustal es heterogéneo presentándose en algunas áreas como un fachinal bajo y cerrado y en otras, se manifiesta como romerillares abiertos con árboles aislados y pastizales entremezclados. La unidad pastizal-arbustal está ubicada en la cuenca media y presenta arbustos de bajo porte agrupados en manchones o aislados pero siempre con predominio del pastizal. Por último, el pastizal ocupa la cuenca alta interrumpido por grandes extensiones de roca expuesta que también se presentan en zonas de pendientes abruptas de la cuenca baja. En las dos últimas unidades fisonómicas son evidentes las huellas de fuegos antiguos y recientes.

- **Mapa de Turismo:** Las áreas de turismo intensivo corresponden al lago, perilago y los tres arroyos principales hasta las cascadas. En el terreno se observan indicios de la presencia de turismo en colinas de la cuenca baja. Esta actividad disminuye paulatinamente hacia la cuenca media y prácticamente desaparece en la cuenca alta, a excepción del camino a El Cuadrado en el límite norte de la reserva, asiduamente transitado.

- **Mapa de Urbanización:** La distribución de la población estable de la reserva corresponde a Villa Colanchanga.

b. Mapas derivados de segundo orden

- **Mapa de Erosión Potencial:** Los máximos valores se obtuvieron en las zonas de mayor pendiente de la cuenca baja y en los valles de fondo plano de la cuenca alta, dada la textura de sus suelos franco arenosos (Figura 3). En el terreno se observa que, a pesar de la escasa pendiente en los valles, es frecuente la erosión en cárcavas con mayor o menor grado de avance. La concentración de un número considerable de cabezas de ganado en estos sitios, originan o acentúan el problema.

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

-Mapa de *Cobertura Vegetal*: La mayor cobertura vegetal en zonas boscosas, se ve favorecida por estar localizadas en laderas empinadas y quebradas abruptas más húmedas y menos accesibles. Las áreas cercanas al lago y en torno al centro urbano Colanchange, presentan una cobertura vegetal menor; en el terreno, estas zonas corresponden a bosque abierto reemplazado por arbustal en algunos sitios, debido posiblemente a la presión turística y a fuegos reiterados. En la cuenca alta pueden observarse pequeñas zonas de muy alta cobertura correspondientes a forestaciones artificiales en torno a cascos de estancias, la mayoría compuestas por especies introducidas, según el reconocimiento en el terreno. En la cuenca alta, los fondos de valle con mayor humedad (frecuentemente origen de vertientes), presentan cobertura alta. El pastizal presenta áreas de cobertura media en donde el pastoreo es intenso y los incendios, frecuentes. Las áreas de baja cobertura corresponden a afloramientos rocosos extensos, con una vegetación rala entre ellos (Figura 4).

- Mapa de *Ganadería*: la disponibilidad de pastura y la accesibilidad que presentan las diferentes unidades fisonómicas de vegetación determinan áreas de actividad ganadera que varía en intensidad. En el terreno, tanto el pastizal como las áreas más accesibles del bosque y el arbustal muestran indicios de presencia de ganado.

- Mapa de *Turismo y Población*: Estas actividades se concentran en la cuenca baja en forma intensiva. Villa Colanchange es la única urbanización de importancia dentro de la reserva; las estancias existentes en la cuenca alta pertenecen a pocos propietarios y sólo son ocupadas esporádicamente. Además, Villa Colanchange es paso obligado para el turista que transita por el camino a El Cuadrado en el límite norte de la reserva por el cual se accede a la ciudad de La Falda. También es utilizado para actividades recreativas y deportivas. La cuenca alta y la mayor parte de la cuenca media, prácticamente no presentan actividad turística por varias razones: están constituidas por propiedades privadas dedicadas a la ganadería, no son de fácil acceso y no presentan atractivos paisajísticos destacados.

c. Mapas derivados de tercer orden

- Mapa de *Riesgo Actual de Erosión*: La zona de mayor riesgo actual de erosión se concentra en la cuenca media en donde las pendientes y la erosión potencial son importantes y la cobertura vegetal presenta valores menores.

- Mapa de *Uso del Suelo*: (Figura 5). Las áreas de mayor uso resultaron Villa Colanchange, el camino a El Cuadrado y las cascadas sobre los tres arroyos principales, siguiendo en orden de importancia el perilago y las cuencas media y alta. Los arroyos Colanchange, Los Hornillos y Los Guindos, presentan un grado

menor y el área de bosque en terreno de pendientes abruptas y quebradas presentan la mínima presión de uso.

d. Mapa final: Vulnerabilidad Ambiental

El mapa de *Vulnerabilidad Ambiental* (Figura 6) muestra el grado de susceptibilidad al deterioro bajo las actuales condiciones naturales y de uso. Las áreas con un orden de importancia mayor son las tres cascadas, el camino a El Cuadrado, el sector medio de la cuenca y algunos sitios del perillago. La cuenca media entre el pastizal y el bosque, justifica su estado de mayor vulnerabilidad ambiental debido a la conjunción de pendientes pronunciadas, una carga ganadera importante, intensa actividad turística y menor cobertura vegetal. La cuenca alta es la más vulnerable después de la cuenca media, con algunas áreas de orden de importancia menor correspondiente al los valles en donde la cobertura vegetal es mayor. En la cuenca baja, el bosque presenta el orden de importancia menor inserto en una matriz altamente vulnerable.

V. Discusión y Conclusiones

El diagnóstico obtenido en el presente trabajo facilita la identificación de áreas vulnerables y de las causas de dicha vulnerabilidad, en torno a una función que vincula las variables consideradas: el *riesgo de erosión*. Como frecuentemente ocurre, la información existente sobre el área de estudio no permite la elaboración e implementación de modelos refinados que incluyan variables y relaciones finas. Como alternativa, el mapa final representa la distribución espacial de características que resultan de la interacción entre factores claves para la identificación de zonas críticas en el sistema estudiado. La disposición de las variables en un modelo cartográfico y la elaboración de mapas temáticos, facilita el seguimiento de estos factores, a la vez que permite incorporar nuevas variables.

El método de coincidencia de regiones genéricas que utiliza la superposición cartográfica, se ha visto revalorizado a partir del avance tecnológico en relación a los sistemas de información geográfica. La organización de la información en un SIG permitió conjugar factores importantes para el manejo de un área protegida y la incorporación de variables culturales como las actividades humanas que estuvieron excluidas largo tiempo del análisis realizado con esta metodología (Buzai y Sánchez, 1998). Mientras que las técnicas rígidas de evaluación no cubren todos los aspectos a considerar durante el proceso de planificación, la elaboración y gestión de sistemas de información geográfica como en la aplicación del presente trabajo, permite adoptar criterios flexibles para la toma de decisiones, adaptables a los cambios que puedan introducirse. Su importancia radica en que la evaluación de áreas protegidas no es un evento

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

discreto en torno a la planificación sino que constituye un proceso continuo que debe captar la dinámica inherente al sistema natural y cultural (Munda *et al.*, 1994).

Asimismo, la implementación de acciones de manejo para la reserva La Quebrada, requiere la disponibilidad de información actualizada y sistematizada. Estudios anteriores ponen de manifiesto que el deterioro ambiental del área bajo estudio no se detuvo a partir de su designación como reserva hídrica: la pérdida de bosque nativo, la aceleración de procesos erosivos, el incremento de la contaminación y la disminución de la calidad paisajística producidas por las actividades presentes en el área, son ejemplos del visible deterioro que experimenta La Quebrada (Mogni, 1993; Coiccale *et al.*, 1998). A esto se suma la falta de un plan de manejo para la reserva: los lineamientos generales para la elaboración de dicho plan están establecidos en el Decreto 3261/89 (Reglamento de Administración Técnica) y hacen referencia a la confección y mantenimiento de un inventario actualizado y la ordenación espacial de los usos del suelo, especialmente de aquellos que interfieran con el funcionamiento del ciclo hidrológico, la aplicación de medidas de control y mitigación del deterioro de la cuenca y la implementación de restricciones sobre las actividades que afectan al recurso hídrico, entre otros. Como resultado de los procedimientos empleados, el mapa final aporta una herramienta que orienta las acciones de manejo con respecto a los lineamientos previstos en la legislación, en el siguiente sentido:

No se dispone de inventarios integrales para la elaboración de sistemas de información y estadísticas de los recursos naturales para La Quebrada, debido en parte a que existe una desconexión entre la investigación científica y su aplicación en la práctica de la toma de decisiones, como así también entre la recolección de la información y el acceso a la misma (Olivier, 1986). Los objetivos de la colecta no responden a las necesidades que tiene el proceso de toma de decisiones y el sistema estadístico vigente fue diseñado para responder a un estilo de desarrollo que tiene recortes conceptuales espaciales y temporales (Sejenovich y Gallo Mendoza, 1996). Por ello, se plantea la necesidad de integrar los datos estadísticos disponibles con los de tipo espacial, estableciendo claramente los objetivos de análisis de cada uno (Olivier, 1986). La cartografía de zonas homogéneas complementa las mediciones cuantitativas cuando existen y aporta información adicional sobre el ambiente físico, ecológico y cultural. El análisis de su distribución espacial conjuntamente con inventarios sobre recursos naturales y actividades presentes en un área determinada, brinda un panorama de los cambios vinculados a su dinámica, no sólo desde el punto de vista temporo-espacial sino también en relación a la magnitud que los mismos alcanzan. Asimismo, el establecimiento de áreas homogéneas de vulnerabilidad ambiental y la identificación a partir de la cartografía temática de las causas generales o

factores claves por los cuales éstas ocupan un determinado orden de importancia en el mapa final, constituyen aportes valiosos como guía para la elección de indicadores de deterioro específicos o diferenciales para cada zona homogénea o para grupos de ellas.

Por ejemplo, si se comparan los inventarios sobre unidades fisonómicas de vegetación para el año 1970 (Estrabou, 1983) con la relevada para el año 1999 durante el presente trabajo (Anexo II), se observa que en 29 años se produjo una retracción de 181.35 ha en el bosque a una tasa de 6.3 Ha/año, el cual ha sido reemplazado por arbustales de tipo fachinal o romerillares. El pastizal sufrió una pérdida de 858.6 ha a razón de 29.6 ha/año: en la cuenca media, ha sido invadido por arbustos espinosos de bajo porte conformando la unidad fisonómica "pastizal-arbustal" y en la cuenca alta el deterioro del pastizal deja al descubierto 203.13 ha de roca expuesta y suelo desnudo. Lo anterior implica un incremento en el arbustal original de 130.23 ha a una tasa de 4.49 ha/año. Considerando la superficie ocupada conjuntamente por el bosque, el pastizal y el arbustal en 1970 (3765.15 ha) y la correspondiente a 1999 (2855.43 ha), la diferencia de 909.12 ha entre ambos periodos corresponde aproximadamente a la suma de las superficies ocupadas por la aparición de la unidad pastizal/arbustal, la roca expuesta y el incremento del arbustal en detrimento del bosque (974.7 ha). Ello constituye un importante indicador de deterioro en la cuenca que representa alrededor del 26.11% de la superficie total de la reserva para los 29 años considerados. Esto es concomitante con el aumento de la actividad turística a partir de las progresivas mejoras en las rutas de acceso a la reserva y en los medios de transporte, la persistente actividad ganadera en la cuenca y el crecimiento urbano del 114% en 30 años, según estimaciones propias sobre el número de viviendas para 1970 y 1999. Estas actividades producen impactos importantes por sobrepastoreo, pisoteo, incendios, depredación y tala de vegetación nativa que derivan en erosión de la cuenca y que se agravan según las estaciones del año y en periodos de sequía. A su vez, la pérdida de masa boscosa se relaciona con la disminución en la retención de agua en la cuenca, aumento de erosión y disminución en la capacidad de almacenamiento del embalse por colmatación del vaso.

A pesar del deterioro de la vegetación, el mapa de vulnerabilidad ambiental muestra que la zona de bosque presenta un estado menos crítico al de las zonas circundantes por lo que el riesgo de degradación del bosque está dado por la alta vulnerabilidad de las áreas vecinas cuya explotación descontrolada puede derivar en daños que trasladen su influencia a las áreas menos vulnerables: la erosión potencial importante, menor cobertura vegetal, e intensa actividad turística y ganadera de la cuenca media y baja, retraen al bosque hacia las áreas en donde las condiciones del terreno favorecen su conservación. Algo similar ocurre con

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

el pastizal que se ve desplazado por el arbustal de sustitución hacia las áreas más altas de la cuenca.

Considerando el análisis anterior, el mapa de vulnerabilidad permite la visualización de áreas con altos valores de orden de importancia que requieren medidas de control y mitigación diferenciadas: detener el retroceso de la vegetación nativa mediante el establecimiento de zonas de clausura para el ganado, limitar el acceso del turismo en número, tiempo de permanencia, época del año, senderos transitables, etc., reforestación, planes de prevención y control de incendios y planificación urbana, entre otras. Para ello, debe correlacionarse dicha vulnerabilidad con las causas que pueden transformarla en daños más o menos intensos y permanentes, seleccionando algunos indicadores que permitan establecer cómo opera esta transformación: sedimentación del lago, contaminación del agua superficial, modificación de la cobertura vegetal, crecimiento poblacional, carga ganadera y turística, etc.

A partir de estos resultados se plantea la posibilidad de afinar el diagnóstico mediante la medición periódica de variables indicadoras del estado de conservación del sistema La Quebrada: análogamente al método HES utilizado en EEUU para la evaluación del impacto ambiental (Canter, 1998) las mediciones pueden convertirse a índices cualitativos o semicuantitativos que se grafican como zonas homogéneas cuyo orden de importancia es reflejo de las condiciones en el sistema según las variables consideradas. Ello requiere de la conformación de equipos interdisciplinarios para el establecimiento de criterios de selección de los indicadores, los muestreos de campo y la integración de la información en el diagnóstico final. Hasta tanto las áreas protegidas provinciales cuenten con un sistema de relevamiento de información que permita elaborar inventarios y estadísticas actualizadas, la cartografía de zonas homogéneas en base a variables cualitativas aporta una aproximación integradora de los factores físicos, ecológicos y culturales que son claves en su dinámica.

El mapa de *Vulnerabilidad Ambiental*, la selección de indicadores de deterioro y la elaboración de inventarios físicos sobre las variables incluidas en el estudio como herramientas de evaluación, constituirían un análisis sistémico que ayudaría a concentrar los esfuerzos de control y manejo, facilitando la toma de decisiones y la administración de recursos para las tareas de evaluación, planificación y control.

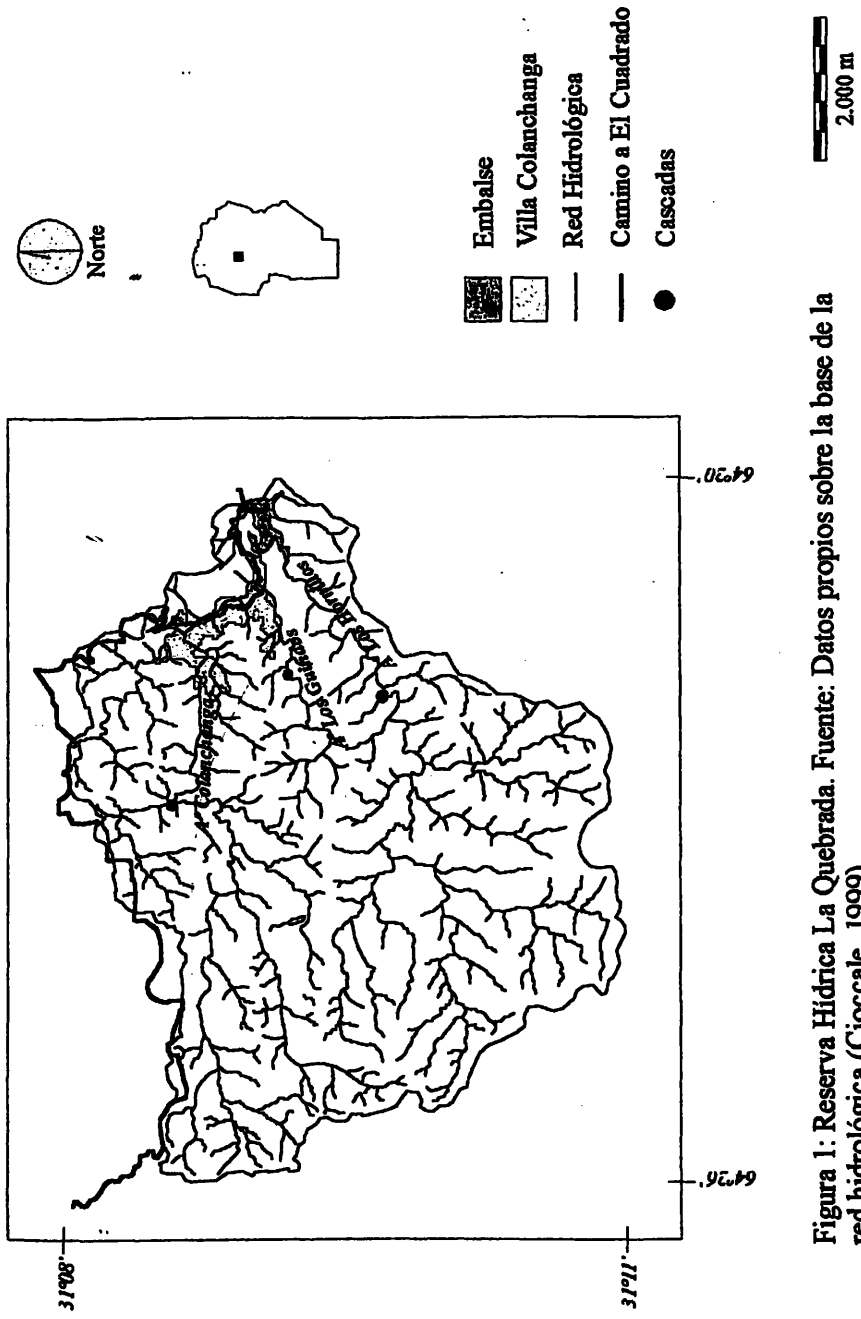


Figura 1: Reserva Hídrica La Quebrada. Fuente: Datos propios sobre la base de la red hidrológica (Cioccale, 1999)

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

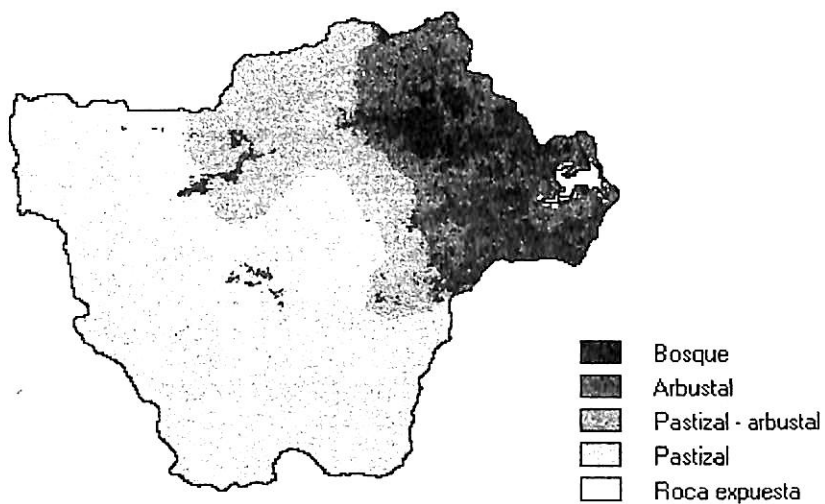


Figura 2. Unidades Fisonómicas de Vegetación. Fuente: elaboración propia.

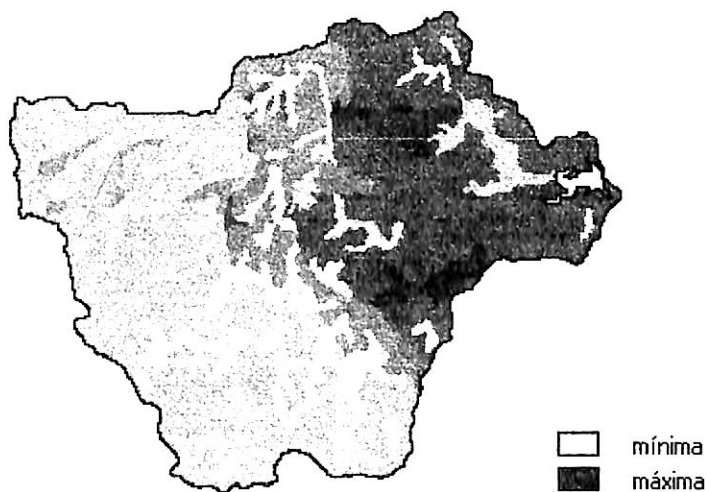


Figura 3. Erosión Potencial. Fuente: elaboración propia.

Meters
2,000.00



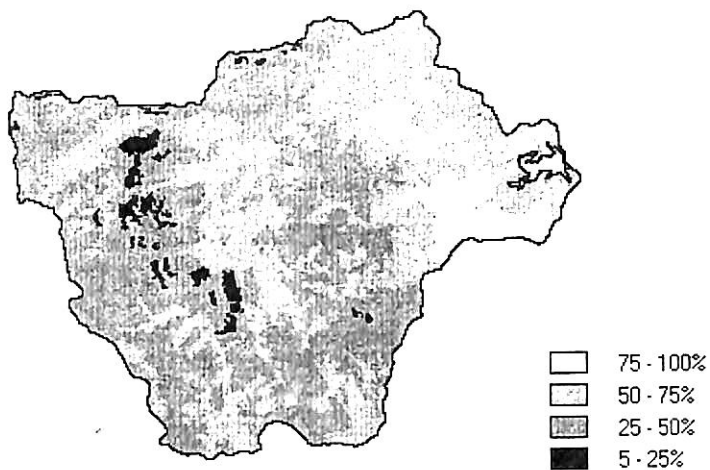


Figura 4. Cobertura Vegetal. Fuente: elaboración propia

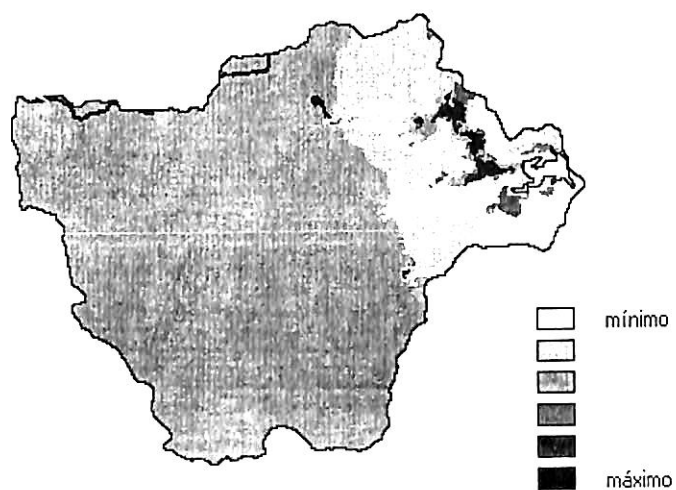


Figura 5. Uso del suelo. Fuente: elaboración propia.

Meters
2,000.00



APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG

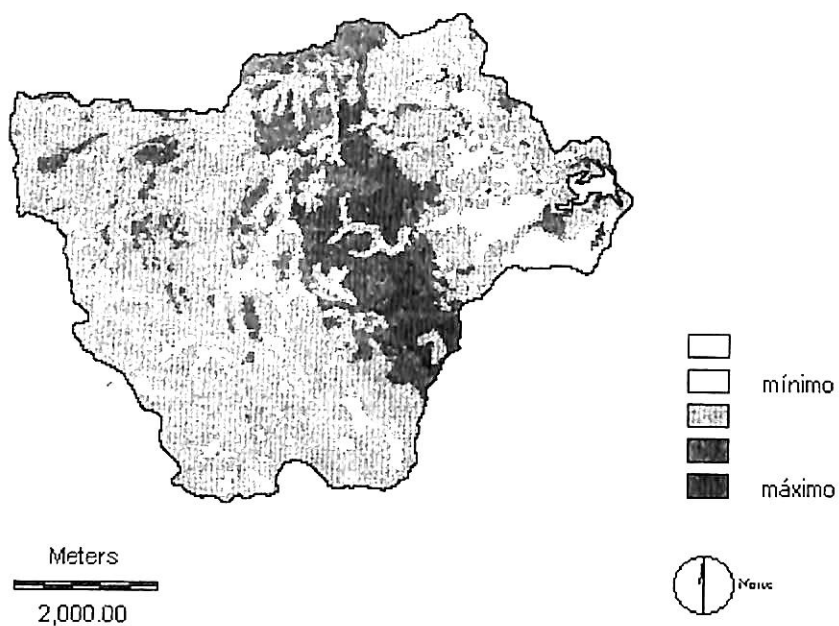
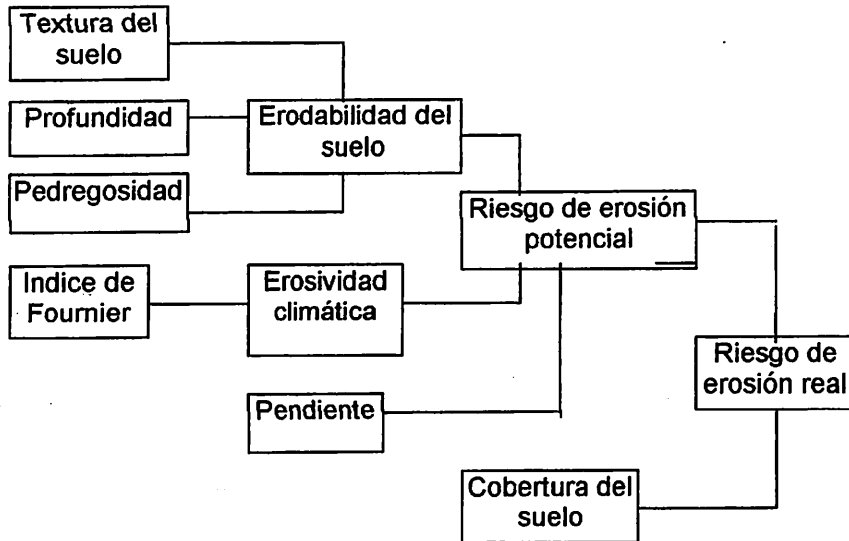


Figura 6. Vulnerabilidad Ambiental en la Reserva Hídrica La Quebrada.
Fuente: elaboración propia.

ANEXO I: Etapas de la evaluación de la erosión hídrica (Almorox *et al.*, 1996).



ANEXO II: Superficies ocupadas por las unidades fisonómicas de vegetación en la Reserva Hídrica La Quebrada para los años 1970 y 1999.

<i>Unidades Fisonómicas</i>	<i>Superficie (Has)</i>	
	1970	1999
Bosque	638.37	457.02
Arbustal	298.80	429.03
Pastizal/arbustal	No considerado	641.34
Pastizal	2827.98	1969.38
Roca expuesta	No considerado	203.13
Cultivos	73.98	0

Notas

¹ Según mediciones propias efectuadas sobre una imagen Landsat TM.

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA). SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS ÍNTEGRADAS EN UN SIG**

Bibliografía

- ALMOROX, J.; DE ANTONIO, R; SAA, M.; DÍAZ, A. y GASCÓ, J. 1996. **Métodos de estimación de la erosión hídrica**. Ed. Agrícola Española S.A. Mdrid. 152 pp.
- BARRANTES, B. y CASTRO, E. 1998. **Valoración económico ecológico del agua en Costa Rica: Internalización del valor de los servicios ambientales**. Informe final. Ministerio de Ambiente y Energía. San José. 49 pp.
- BARZETTI, V. 1993. **Parques y progreso. Areas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe**. UICN - BID. Washington D.C. 163 pp.
- BEJERMAN, N.; CARIGNANO, C. Y COICCALE, M. 1993. Mapa de clasificación de terreno. Reserva Hídrica del Dique La Quebrada. Departamento Colón, Provincia de Córdoba. **Revista del Instituto de Geología y Minería**. 9: 19-27.
- BORRINI-FEYERABEND, G. 1997. **Manejo participativo de Áreas Protegidas: adaptando el método al contexto**. Serie Parques Nacionales y Conservación Ambiental. Temas de Política Social. UICN. 66 pp.
- BURKART, R.; MORELLO, J. y MARCHETTI, B. 1995. Las áreas protegidas en el tercer milenio. 325-351. En: G. C. Gallopin (Compilador). **El futuro ecológico de un continente. Una visión prospectiva de la América Latina**. Vol. 2. Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas-El Trimestre Económico. México. 552 pp.
- BUZAI, G. y SÁNCHEZ, D. 1998. Análisis regional y métodos geoestadísticos de regionalización. 249- 270. En: S. Mateucci y G. Buzai (compiladores). **Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial**. Colección CEA 21. EUDEBA. Argentina, 454 pp.
- CALVO, J. y QUIRÓS, O. 1996. **Modelos de predicción de carga media anual de sedimentos en suspensión en cuencas rurales de Costa Rica**. Centro Científico Tropical, Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible y Programa de Economía Ambiental del Instituto Internacional para Ambiente y Desarrollo. Proyecto CREED, N° 4. San José. 28 pp.
- CANTER, L.W. 1998. **Manual de Evaluación de Impacto Ambiental**. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw-Hill. Madrid. 841 pp.
- CARIGNANO, C. y COICCALE, M. 1991. Mapa de riesgo de incendios forestales. Reserva Hídrica del Dique La Quebrada (Río Ceballos).

Departamento Colón, Provincia de Córdoba). II Simposio de Teledetección. Paraná. Argentina.

CIOCCALE, M.; FERRI, M.; FILARDO, J.; INGARAMO, R.; LADO, G.; MONTIVERO, N. y MORERO, R.. 1998. **Estudio integral de la problemática del agua en la cuenca del Río Ceballos, Córdoba, Argentina.** Actas del XVII Congreso Nacional del Agua. II Simposio de Recursos Hídricos del Conosur. Tomo 5: 371 - 379. Santa Fe, Argentina

CIOCCALE, M. 1999. **Estudio geomorfológico integral: morfodinámica morfometría y morfogénesis del flanco oriental de las sierras Chicas, Córdoba.** Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Inédito. 121 pp y anexos.

EASTMAN, J.R. 1997. **Idrisi for Windows. Tutorial exercises.** Versión 2.0. Clark Labs for Cartographic Tecnology and Geographic Analysis. Clark University. USA. 76 pp.

ESTRABOU, C. 1983. **Relevamiento cartográfico de variantes fisonómicas de la cuenca La Quebrada.** Seminario I y II Carrera de Ciencias Biológicas. CERNAR. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

GLIGO, N. 1995. **En torno de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola latinoamericano: factores y políticas.** En: G. C. Gallopín (compilador). **El futuro ecológico de un continente. Una visión prospectiva de la América Latina.** Vol. 2. Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas - El trimestre económico. 547 pp.

GONZÁLEZ LOYARTE, M.; ZAND-RODRÍGUEZ, B. y LEGUIZAMÓN, S. 1989. **Determinación de la erosión potencial del suelo mediante la aplicación de los sistemas de información georeferenciada en un piedemonte de Mendoza (Argentina).** Actas del IV Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Vol 3. SELPER. Bariloche.

HASENACK, H. y WEBER, E.. 1998. **Geoprocesamiento como herramienta de evaluación.** 425 - 434. En: S. D. Matteucci y G.D. Buzai (compiladores). **Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial.** Colección CEA 21. EUDEBA. Buenos Aires. 454 pp.

HAYS, R.; SUMMERS, C. Y SEITZ, W. 1981. **Estimating wildlife habitat variables.** USDI Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-81/47. 111 pp.

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

HUNTER Jr., M.L. 1996. *Fundamentals of conservation biology*. Blackwell Science. Massachusetts, USA. 482 pp.

KUFNER, M.; BRIGUERA, V.; PIERANTONELLI, O. y SCHELOTTO, G. 2000. **La nueva delimitación espacial del territorio cordobés. Fundamentos de planificación regional ecológica, productiva, socioeconómica y legal para el análisis y la identificación de regiones en la provincia de Córdoba, Argentina.** Serie Regionalización - Medio Ambiente - Mercosur, N° 4. Marcos Lerner Editora Córdoba. Córdoba. 95 pp.

LUTI, R.; BERTRAN DE SOLIS, M.; GALERA, M.; MÜLLER de FERREYRA, N.; BARZAL, M.; NORES, M.; HERRERA, M. y BARRERA, J.C. 1979. *Vegetación*. Pp. 297-367. En: J.B. Vázquez, R.A. Miatello y E. Roque (Directores). **Geografía Física de la Provincia de Córdoba**. Ed. Boldt, Buenos Aires.

MATTEUCCI, S.D. 1998. *El análisis regional desde la ecología*. 117 - 150. En: S. D. Matteucci y G.D. Buzai (compiladores). **Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial**. Colección CEA 21. EUDEBA. Buenos Aires. 454 pp.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE COLOMBIA. 1998. **Diagnóstico regional y estrategias de desarrollo de las áreas protegidas de América Latina**. Primer congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras Áreas Protegidas.

MOGNI, P. 1993. **Evaluación preliminar de impacto ambiental de la presa La Quebrada, Río Ceballos, Córdoba, Argentina**. Seminario I y II. Ciencias Biológicas. Centro de Zoología Aplicada. Universidad Nacional de Córdoba. Inédito. 28 pp y anexo.

MUNDA, G.; NIJKAMP, P. y RIETVELD, P. 1994. *Qualitative multicriteria evaluation for environmental management*. *Ecological economics* 10: 97-112.

OLIVIER, S. 1986. *Los sistemas de información y las estadísticas de los recursos naturales en la planificación*. 53-62. En: **Patrimonio natural y las evaluaciones del desarrollo. Documento del Seminario Latinoamericano de sistemas Ambientales**. Subsecretaría de Política Ambiental - Fundación Friedrich Ebert - Administración de Parques Nacionales. Buenos Aires. 226 pp.

PALACIOS, A.A. y ZAMAR, J.L. 1986. *Erosión Hídrica*. 244-253. En: **Efectos de la actividad humana sobre los ecosistemas montañosos y de tundra. Programa de investigación integrada y entrenamiento en la región andina u montañas Extra-Andinas**. Unesco/MAB - PNUMA - CERNAR. Proyecto Regional Andino: Pachón- Achala. 462 pp.

SCHUSCHNY, A.R. 1998. Estudio del medio ambiente desde la ciencia de la complejidad. 33 – 55. En: S. D. Matteucci y G.D. Buzai (compiladores). **Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial**. Colección CEA 21. EUDEBA. Buenos Aires. 454 pp.

SEJENOVICH, H. y GALLO MENDOZA, G. 1996. **Manual de cuentas patrimoniales**. Provincia de Entre Ríos, Consejo Federal de Inversiones, Fundación Bariloche. 234 pp.

TERRILL, W.R. 1994. **FAQ on Vegetation in Remoting Sensing**. Dirección en Internet: [kepler.gps.caltech.edu - /pub/terrill/rsvegfaq.txt](http://kepler.gps.caltech.edu/~pub/terrill/rsvegfaq.txt)

Resumen

Las áreas protegidas como sistemas ambientales complejos, tienden hacia espacios de uso sustentable. Su planificación y manejo requieren el conocimiento y comprensión de su heterogeneidad espacial. En la Reserva Hídrica La Quebrada, la información existente no permite la elaboración de un diagnóstico integral y actualizado como base para la toma de decisiones. Se propone la utilización de medidas cualitativas y variables de síntesis para la obtención de un mapa diagnóstico de zonas homogéneas. Mediante la utilización de tablas, mapas, fotografías aéreas, imágenes satelitales y el cálculo de índices, se elaboró un modelo cartográfico para un SIG computarizado y la cartografía temática correspondiente. La distribución territorial de las áreas críticas, se expresa en el mapa final. Éste, facilita la comprensión del sistema ecológico y sociocultural de La Quebrada y permite una aproximación al estado del ecosistema. El modelo propuesto, permite el seguimiento de las variables involucradas en los procesos de conservación y desarrollo y actuar en consecuencia.

Palabras claves: diagnóstico ambiental, cartografía, áreas protegidas, conservación.

Abstract

Protected areas like complex environmental systems tend towards spaces of sustainable use. Their planning and management require the knowledge and understanding of their spatial heterogeneity. In La Quebrada Hydric Reserve, the existing information does not allow the processing of an integral and updated diagnosis as a base for the decision making. The goal of this work is to obtain a diagnosis map of homogenous zones by the use of qualitative measurements and

**APORTES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA RESERVA HÍDRICA LA QUEBRADA
(CÓRDOBA, ARGENTINA) SOBRE LA BASE DE LA APLICACIÓN DE MEDIDAS
CUALITATIVAS Y VARIABLES DE SÍNTESIS INTEGRADAS EN UN SIG**

variables of synthesis. By the use of tables, maps, air photographs, satellite images and the calculation of indices, a cartographic model for a computerized GIS and the corresponding thematic cartography was processed. Territorial distribution of the critic areas is expressed in the final map. This one facilitates the understanding of the ecological and sociocultural system of La Quebrada and allows an approach to the state of the ecosystem. The proposed model, allows to the pursuit of the variables involved in both conservation and development processes and to act consequently.

Key words: environmental diagnosis, cartography, protected areas, conservation.

Resumé

Les aires protégées comme systèmes ambientales complexes tendrent vers des espaces d'usage soutenable. Leur planification et manègement requièrent la connaissance et compréhension de leur hétérogénéité spatiale. Dans la Réserve Hydrique La Quebrada, l'information existant ne permet pas l'élaboration d'un diagnostic intégral et actuel qui sert de base pour la pris de décisions. Dans ce travail on se propose l'utilisation des mesures cualitatives et des variables de synthèse pour l'obtention d'une carte diagnostique des régions homogènes. En utilisant des tableaux, des cartes, des photographies aériennes, des images satellitales et le calcule d'indices, un modèle cartografique fut élaboré par un SIG par ordinateur et la cartographie thématique correspondante. La distribución territoriale des aires critiques est exposé sur la carte finale. Cette carte facilite la compréhension du système écologique et socioculturelle de La Quebrada et permet un approche à l'état de l'écosystème. Le modèle proposé permet le poursuite des variables involucrés dans les processus de conservation et développement, et agir en conséquence.

Mots clés: diagnostic ambiental, cartographie, aires protégés, conservation.

Agradecimiento

El presente trabajo fue realizado con el apoyo económico de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba, a través del otorgamiento de una Beca Doctoral.