

## **EVALUACION GEOECOLOGICA DE LOS PAISAJES DEL DEPARTAMENTO MINAS (PROVINCIA DE NEUQUEN), PARA EL ESTUDIO DE LA DEGRADACION DE LA TIERRA<sup>1</sup>**

**Lic. Luis Alberto Bertani**  
luisbertani@speedy.com.ar

### **INTRODUCCIÓN**

La tierra, escenario donde habita el hombre, ha sufrido permanentes transformaciones a lo largo de toda su historia. En un principio, estas fueron exclusivamente de origen natural hasta que, con la irrupción del hombre, se le sumaron otros cambios, más profundos, complejos y dinámicos, que fueron alterando en distintas escalas los sistemas naturales de nuestro planeta.

Las sociedades en su afán de aprovechar los recursos naturales que la tierra le provee, ha ido transformando permanentemente el medio que habitamos. Desde los albores de la humanidad, cuando sólo contaba con herramientas de piedra, hasta los tiempos actuales, caracterizados por el empleo de computadoras y la alimentación basada en productos biotecnológicos, ha ido transformando casi por completo el mundo donde vive, generando una crisis ambiental que es tema de discusión en organismos, foros y conferencias relacionados con el cuidado y protección del medio ambiente.

Los problemas ambientales no respetan límites ni fronteras ya que afectan tanto a los países ricos como a los pobres. Sin embargo, en estos últimos, la falta de conocimientos y de recursos económicos, entre otras causas, tienden a complicar aun más esta situación.

En las regiones áridas y semiáridas uno de los problemas ambientales más comunes es la degradación de tierras por efecto del sobrepastoreo. Conviene recordar que más de la tercera parte de la superficie terrestre del planeta es árida y semiárida y en ella los procesos de desertización se han intensificado en los últimos decenios. Según la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación (CNULD), este problema amenaza al 40 % aproximadamente, de la masa terrestre de nuestro planeta. Más de 1000 millones de personas en alrededor de 100 países están afectadas directamente por la desertificación o

---

<sup>1</sup> Director Dr. Eduardo Salinas Chávez y codirectora Dra. María Isabel Andrade

corren peligro de estarlo (CNULD, 2003), estimándose que "la pérdida de ingresos en las áreas afectadas alcanza a unos 42.000 millones de dólares". En este documento se afirma, además, que en América Latina casi dos terceras partes de las tierras áridas están muy degradadas.

Argentina en general y la Patagonia en particular, no son ajenas a esta situación. La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente Humano (1996), calcula que aproximadamente el 75% de nuestro territorio nacional se encuentra afectado por crecientes condiciones de aridez y en la Patagonia, el 90% de la superficie (unos 780.000 km<sup>2</sup>) presenta signos de **degradación**. De esta superficie, un 30%, está bajo procesos erosivos eólicos e hídricos severos o graves con tendencia a agravarse.

La Dirección General de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Neuquén (1997), en un informe ambiental a nivel provincial, sostiene que "el proceso de desertización en el territorio provincial refleja el resultado de la acción concurrente, en diferentes grados, de tres factores: la inestabilidad del sistema natural, la intensidad de su uso y la irracionalidad de su manejo y denota la ausencia de tratamiento intersectorial, integrado, coherente y continuo, con horizontes de resolución en el mediano y largo plazo". Agrega el informe que este proceso "afecta directa o indirectamente a dos tercios del territorio, en el que reside más del 70% de la población, lo que constituye uno de los problemas ambientales de carácter estructural de más compleja resolución".

La idea de un desarrollo sustentable estuvo y está presente en la retórica, pero a la hora de decidir acciones y políticas sobre el manejo de los recursos, no son muchas las acciones emprendidas en pos de la concreción de estos principios. Precisamente uno de los impedimentos para su aplicación es la carencia de estudios integrados para evaluar el potencial natural del territorio para las diferentes actividades. Asimismo, la información disponible se encuentra dispersa, fragmentada y sin criterios de escala uniforme debido quizás a la inexistencia en nuestro país de producción teórica y análisis crítico sobre los estudios integrales con vistas a la planificación ambiental del territorio.

La actividad ganadera y en particular la ganadería de carácter extensivo, es quizá el mejor ejemplo de esta situación. Esta actividad, muy arraigada en la región, pasó de un nomadismo original a un desigual modelo de ocupación del territorio, con una ineficiente gestión por parte del Estado. Esto ha desencadenado una serie de procesos de distinta magnitud en el territorio provincial como los que ocurren en la Pampa de Curacó,

(departamento Catan Lil), donde se evidencia la extrema severidad de los procesos de degradación ocasionados por el sobrepastoreo (Bertani L.y Peña O., 2000), mientras que otras áreas próximas a este lugar presentan llamativas evidencias de buena conservación. Otro caso paradigmático lo constituye la Pampa de Lonco Luan, al Norte del Departamento Aluminé, donde se conjugan causas naturales y sociales, que dieron como resultado uno de los procesos de degradación de la tierra de mayor intensidad en la Patagonia.

El departamento Minas no es ajeno a esta situación: según especialistas existe una sobrecarga ganadera estimada en un 17 % (Copade - CFI, 1990) y las consecuencias de ello se manifiestan en distintos sectores de este territorio (Irisarri, J. 1986; Bendini, M. 1985; Bertani, L. et al., 2001 y 2003; Bertani, L. 2004). Esta problemática ya fue abordada a través de un proyecto de investigación de la Universidad Nacional del Comahue sobre el Norte neuquino, dirigido por el autor de esta tesis, donde quedó en evidencia la severidad de los procesos degradacionales que afecta a este territorio y la profunda y compleja trama sobre su génesis. Por ello es que se ha elegido el Departamento Minas para la realización de esta tesis, dada la alternancia de espacios con marcados contrastes desde el punto de vista ambiental, donde se combinan procesos de origen natural y social que han contribuido a poner en riesgo los recursos que hoy se explotan.

A esto debe sumársele que este Departamento, junto a Chos Malal, constituyen un espacio con una rica historia, ya que hacia fines del siglo XIX y principios del XX presentaba el mayor desarrollo económico neuquino, al actuar como zona de abastecimiento a los mercados chilenos, muy activos desde mediados del siglo XIX. Este desarrollo quedó muy bien reflejado en el segundo Censo Nacional de 1895 donde ambos departamentos (por aquel entonces unificados) presentaban la mayor densidad de población del territorio neuquino. Luego, a raíz del cierre de la frontera con Chile y el traslado de la capital del territorio de Chos Malal a Neuquén, el Departamento Minas se fue despoblando, quedando sólo como abastecedores marginales de productos agropecuarios de centros urbanos como Zapala y Chos Malal.

La morfología del Departamento es predominantemente montañosa y es el lugar del nacimiento de dos de los tres grandes ríos neuquinos: el Neuquén y el Colorado. Ocupa una superficie de 6.225 km<sup>2</sup> y su población, según los datos del último censo nacional (2001), alcanza a 7.408 habitantes, lo que arroja una densidad de 1,2 habitantes por km<sup>2</sup>. El principal centro urbano y cabecera departamental es la localidad de Andacollo (2.548 hab.). Otros centros que cumplen funciones urbanas son Las Ovejas (1.622 hab.), Huinganco (826

hab.), Los Miches (593 hab.), Manzano Amargo (346 hab.), y Varvarco (260 hab.). Sus condiciones físico-geográficas han dado lugar a la existencia de una variada gama de recursos naturales que han posibilitado, a lo largo de su proceso histórico, el desarrollo de distintas actividades económicas, fundamentalmente de carácter extractivas. Entre ellas merecen destacarse la explotación de recursos tales como la minería y la ganadería y en los últimos años el turismo y la forestación, que han permitido integrar, aunque muy débilmente, la economía departamental a los circuitos regionales y nacionales.

Teniendo en cuenta esta situación, se ha desarrollado esta tesis con el propósito de aplicar las concepciones metodológicas de la geoecología de los paisajes en el Departamento Minas con vistas a estudiar la estructura y funcionamiento de los paisajes, herramienta fundamental para comprender el fenómeno de la degradación de la tierra. Dada la extensión del Departamento, posteriormente se analizó con mayor detalle el área Varvarco – Invernada Vieja, con la finalidad de analizar mejor la estructura, funcionamiento y el grado de las perturbaciones y conflictos existentes en la actualidad. Este recorte espacial y aumento en el nivel de detalle, implica que se progresa en el aumento del conocimiento de la diversidad del territorio, tanto en los aspectos físico-geográficos como socioeconómicos lo que permitirá explicar mejor la génesis, el estado y las consecuencias de los problemas relacionados con la degradación de Tierras.

El estudio de los paisajes brinda la posibilidad de integrar transdisciplinariamente los conocimientos y percepciones de la diversidad geoecológica y socioeconómica desde una perspectiva dinámica. Mediante este análisis se puede arribar al conocimiento de las formas de ocupación y conservación de los recursos naturales procurando la protección de la oferta ecológica a largo plazo. De esta manera se puede llegar a comprender cuál es el equilibrio razonable entre el uso y conservación de los recursos, es decir, el punto correspondiente a una máxima utilización de los mismos, sin que se produzca una disminución en su nivel de calidad.

Se entiende por paisaje a la unidad territorial integral, objetiva, en constante estado de intercambio de energía, materia e información; constituida por la asociación de sus elementos y formada bajo la influencia de los procesos naturales y la actividad humana a través del tiempo.

El paisaje geográfico o geosistema se concibe entonces como “un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona justamente en la interfase

naturaleza-sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales (Mateo, J. 1991; Salinas. E. 1991y 1997). Se trata de una formación socio-natural que constituye una **categoría** científica y como tal, será adoptada en esta tesis.

Como noción básica, el paisaje es considerado en este trabajo con un doble papel: como **sujeto y objeto** de la actividad humana. Sujeto en la medida en que el paisaje posee unas características (potencial de recursos) que sirven de soporte básico al desarrollo socioeconómico del territorio, y objeto en cuanto que la actividad humana transforma con su dinámica al territorio, es decir, al paisaje que le sirve de base. Esta doble función del paisaje se constituye entonces en el fundamento para comprender la dinámica natural y social, desde la perspectiva de la ordenación del territorio. (Salinas, Ed. et al. 2000).

Por ello la **hipótesis** de esta tesis sostiene que como consecuencia del impacto generado por las actividades humanas en el Departamento Minas, el funcionamiento global de algunos paisajes ha sido afectado en las relaciones reversibles de los elementos constituyentes del geosistema. Esto ha provocado la pérdida de su estado homeostático (estado de equilibrio dinámico del sistema), derivando en un nuevo estado de equilibrio termodinámico de tipo crítico (degradación del paisaje).

A través del abordaje de la estructura, funcionamiento, dinámica y evolución de los paisajes -propuesta metodológica de la geecología del paisaje- que atiende a la interacción entre los componentes naturales, técnico-económicos y socio-culturales, será posible comprender esta problemática.

En base a la hipótesis planteada, el **objetivo central** de este trabajo es estudiar la degradación de los paisajes del Departamento Minas a partir de los preceptos de la geoecología, con apoyo de los Sistemas de Información Geográfica y la teledetección, estableciendo índices diagnósticos que reflejen la interacción e interdependencia entre los componentes naturales y sociales del paisaje.

Para llegar a este objetivo se han propuesto los siguientes **objetivos particulares**:

- Confeccionar un mosaico satelital georreferenciado del Departamento Minas.

- Delimitar, clasificar y cartografiar las clases, tipos y grupos de paisajes del Departamento generando una base de datos georreferenciada a escala 1:250.000, para ser analizada con un S.I.G.
- Determinar las principales propiedades geocológicas de los paisajes y diagnosticar el estado de la degradación de los paisajes del Departamento.
- Calcular índices de Degradación (Id) para el área Varvarco – Invernada Vieja, teniendo en cuenta los procesos de degradación del suelo, los cambios en la cubierta vegetal y el uso del suelo en estos paisajes, generando cartografía a escala 1:100.000.

Para poder cumplir con los objetivos planteados se han desarrollado las siguientes actividades:

### **Primera fase: Inventario y análisis**

1. Recopilación y consulta de antecedentes bibliográficos y cartográficos.
2. Recopilación y tratamiento de material aerofotocartográfico.
3. Sistematización y análisis de las variables a utilizar.
4. Transformación a formato digital de mapas temáticos
5. Estructuración y alimentación de la base de datos.
6. Tratamiento digital de imágenes satelitales. Esta tarea incluye:
  - Construcción de un mosaico satelital georeferenciado.
  - Aplicación de algoritmos y clasificaciones para evaluar la variabilidad espacial de los elementos naturales.
7. Entrecruzamiento cartográfico y producción de cartografía digital integrada.
8. Producción preliminar de cartas de unidades de paisaje a escala 1:250000.
9. Análisis de la estructura y dinámica de los paisajes.

### **Segunda fase: Diagnóstico**

1. Análisis espacial de las actividades productivas.
2. Evaluación del estado de los paisajes a través de indicadores de degradación (Id) y teledetección.
3. Identificación de los principales problemas ambientales.
4. Análisis del potencial geocológico de los paisajes.

### **Tercera fase: Propositiva**

1. Propuestas de recuperación sobre áreas críticas desde el punto de vista ambiental.

2. Elaboración de propuestas alternativas de ordenamiento ambiental.
3. Informe final.

Esta tesis se realiza tomando como base la información que aporta el trabajo de investigación mencionado anteriormente, desarrollado entre los años 1996 y 2004, cuyos resultados y distintos avances fueron presentados en Congresos científicos y publicados en revistas de la especialidad.

Otros trabajos realizados a nivel provincial han contribuido con valiosa información temática. Entre ellos merecen destacarse:

- Bendini M. y otros, 1985. El trabajo trashumante en la Provincia del Neuquén. UNC – COPADE – Subcyt. Neuquén.
- Capua O. 1980. *Areas y Unidades Fisiográficas de la Provincia del Neuquén*. Dpto. de Geografía. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén.
- COPADE - CFI, 1990. *Estudio Regional de Suelos de la Provincia de Neuquén*. CFI. Buenos Aires.
- Movia C. León A. y otros. 1982. *Estudio de la Vegetación Natural de la Provincia del Neuquén*. Tomo I, II y III. Min. De Ec. Y Hacienda Prov. De Neuquén
- Universidad Nacional del Comahue – Departamento de Geografía, (1982). *Atlas de la Provincia de Neuquén*. Neuquén.
- Irisarri J et al. (1985). *Los suelos del Departamento Minas, Provincia de Neuquén*. UNCo. Neuquén.

Además de la bibliografía general y los trabajos citados, gran parte de la información se obtuvo durante los trabajos de campo y la que proveyeron el tratamiento digital de las imágenes satelitales Landsat TM y ETM que presentan cobertura total del área de estudio. Estas imágenes fueron proporcionadas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina (CONAE) y han sido procesadas mediante la utilización del SIG Idrisi (versión 2.0, 1997 y 32, 2001) de la Universidad de Clark (Estados Unidos).

Las imágenes Landsat utilizadas son las siguientes:

<b>Path</b>	<b>Row</b>	<b>Fecha</b>
232	085	22/01/98
232	086	22/01/98

Con ellas se construyó un mosaico satelital que fue utilizado para establecer el límite entre las clases, tipos y grupos de paisaje. Además permitió obtener cartografía temática sobre el estado de los grupos de paisajes analizados en detalle. En particular merece destacarse la aplicación de las imágenes a la obtención de información referida a la degradación de la tierra en los grupos de paisajes de ambientes áridos y semiáridos. El empleo de algoritmos (principalmente estadísticos) ha posibilitado realizar operaciones, como es el caso de los índices verdes, o la combinación entre las bandas de la imagen original, como los ACP (Análisis de Componentes Principales), clasificaciones supervisadas y no supervisadas. Los mismos han servido para estudiar y caracterizar la variabilidad espacial y el estado de los paisajes permitiendo acceder a datos originales y convertirlos en mapas temáticos, de acuerdo a varios procedimientos de clasificación que provee el sistema. También posibilitó el entrecruzamiento cartográfico con información temática elaborada en el SIG, como el mapa de delimitación catastral, de vegetación, uso del suelo, etc.

El estudio de los paisajes del departamento aplicando la metodología de la geoecología del paisaje, constituye la base necesaria para desarrollar planes y políticas de manejo hacia los recursos naturales, especialmente suelos y vegetación. También se espera que pueda ser importante para establecer pautas de gestión con miras a un mejor aprovechamiento de estos recursos, en un medio donde la actividad ganadera extensiva, la forestación y el turismo constituyen las principales actividades. Organismos tales como Copade (Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo de la Provincia de Neuquén), Ministerio de la Producción, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Corporación Forestal de Neuquén (CORFONE), Cooperativas Agrarias y otras entidades vinculadas a la actividad rural, podrán utilizar estos resultados con la finalidad de desarrollar planes y programas orientados a establecer pautas de manejo adecuadas destinados a los paisajes de esta región. De esta manera se podrá evitar que ante la pérdida del potencial productivo de muchos paisajes, la población rural deba migrar en forma forzada en busca de nuevos horizontes, pasando a engrosar los sectores marginales de los principales centros urbanos de la provincia como son Chos Malal, Zapala, Cutral Co y particularmente la ciudad de Neuquén.

Entre los resultados de esta tesis se espera:

- La caracterización geoecológica del Departamento Minas y el análisis de la variabilidad espacial de los componentes del paisaje.

- La confección del mapa de clase, tipo y grupo de paisajes departamental a escala 1:250.000 y su análisis.
- El estudio y caracterización de la estructura y funcionamiento de los grupos de paisajes del Área Varvarco – Invernada Vieja a escala 1:100.000.
- La caracterización de la estabilidad del paisaje, su estado y vulnerabilidad, ante el impacto humano.
- Análisis de los principios de ordenamiento geoecológico para el planeamiento ambiental de los paisajes.

Este trabajo cuenta con una introducción, cuatro capítulos, conclusiones y recomendaciones, bibliografía y anexos. En el primer capítulo se establecen los fundamentos teóricos y metodológicos y la metodología de trabajo empleada. En el segundo capítulo se estudian las características geoecológicas y socioeconómicas del Departamento Minas, que culminan con la diferenciación, clasificación y cartografía de los paisajes a escala 1:250.000, se identifican clases, tipos y grupos de paisajes. El tercer capítulo estará destinado al análisis de grupos de paisajes del Departamento Minas para lo cual se confeccionó un mapa de paisajes del área a escala 1:100.000 identificándose grupos y especies de paisaje. En el capítulo cuarto se procederá al estudio de la estructura de los paisajes y la evaluación geoecológica del proceso de ocupación en el área del Departamento Minas, estableciéndose los principios básicos para su ordenamiento geoecológico.