

LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA APLICADOS A LA EVALUACION DE CONFLICTOS AMBIENTALES*

Mabel Ciminari

Elsie Jurio

*Celia Torrens***

Introducción

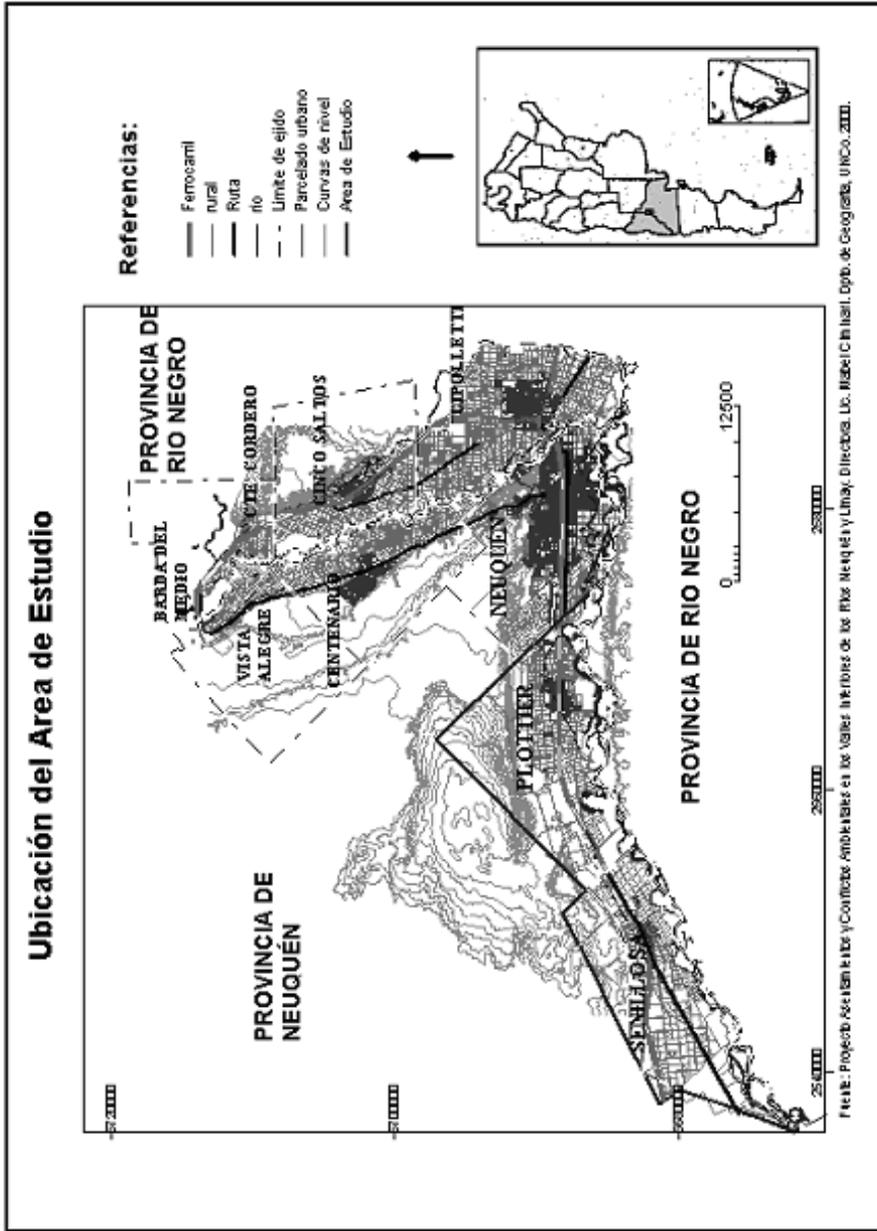
El área de estudio abarca los valles inferiores de los ríos Limay y Neuquén, en la proximidad de la confluencia de estos dos ríos, cuyas aguas conforman el río Negro. El paisaje caracteriza por la presencia de extensas mesetas áridas disectadas por valles con cursos de agua permanentes. Diversas actividades se desarrollan en el área, dentro de las cuales la fruticultura, acompañada de cultivos hortícolas, son dominantes en las terrazas bajo riego de los valles de los mencionados ríos. A su vez, la explotación de hidrocarburos (petróleo y gas) adquiere relevancia ambiental, dado que en muchos lugares de la mencionada área de cultivos se encuentran instalaciones relacionadas con la extracción de estos combustibles fósiles. La economía del petróleo constituye uno de los principales ingresos de las provincias de Neuquén y Río Negro.

Se trata de la zona más poblada del norte de la Patagonia, donde se asientan las localidades de Neuquén, Senillosa, Plottier, Centenario y Vista Alegre, en la provincia del Neuquén, y Cinco Saltos, Fernández Oro, Cipolletti y Contraalmirante Cordero en la provincia de Río Negro (Fig. 1). En estos centros urbanos se ha producido, en las últimas décadas, un crecimiento de población sostenido y de gran intensidad, principalmente en aquellos localizados en la provincia del Neuquén. Este crecimiento no fue acompañado por una adecuada planificación por parte de los organismos locales y provinciales lo que da como resultado la manifestación de diversos conflictos ambientales. Los mismos se asocian a nuevas formas en el uso del suelo, como es el avance de áreas urbanas y la explotación de petróleo y gas sobre suelos con producción agrícola o aptos para ella, lo que ocasiona la retracción de las tierras de cultivo. Asimismo, los cambios en las modalidades de asentamiento se manifiestan en la incorporación al ámbito urbano de áreas geomorfológicamente inestables ya sea en las riberas de los ríos Limay y Neuquén como en la superficie y en el frente de la meseta, situación que genera serios riesgos ambientales.

* Este trabajo se basa en los resultados del proyecto de investigación "*Asentamientos y conflictos ambientales en los valles inferiores de los ríos Neuquén y Limay*", desarrollado en el ámbito de la UNCo.

** Las MSc. E Jurio y C. Torrens y la Esp. Mabel Ciminari son docentes del Departamento de Geografía de la Facultad de humanidades de la Universidad Nacional del Comahue.

Figura 1



En este sentido se plantean como objetivos para este trabajo, el análisis y evaluación de los conflictos ambientales, a través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográficos (SIG), con el fin de brindar un marco de referencia para la gestión ambiental orientada al ordenamiento del territorio. La problemática detectada está asociada fundamentalmente a la *urbanización en áreas de riesgo natural* y a la *competencia por usos del suelo* (competitividad del uso urbano-rural y actividad petrolera en oasis de riego).

Aspectos metodológicos

El estudio del ambiente implica el análisis de una multiplicidad de variables naturales, sociales, económicas y políticas de cuya compleja interrelación surgen los problemas ambientales. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta eficaz en el abordaje de dichas variables las cuales son representadas en distintos mapas temáticos y su combinación permite la identificación y espacialización de las áreas de conflicto a partir de la aplicación de distintas operaciones lógicas y condicionales. Así, la detección y representación de los conflictos ambientales se realiza con el aporte de la tecnología SIG, utilizando el software ILWIS 2.2 (Integrated Land and Water Information System) para la entrada, manejo, análisis y representación de los datos geográficos.

Ubicación del área de estudio

En función de los objetivos formulados y las variables de análisis seleccionadas, se plantea la secuencia metodológica presentada en la figura 2. Así, con el fin de detectar los conflictos producidos por competitividad de usos del suelo se parte de la información proporcionada por fotografías aéreas, imágenes satelitarias y restituciones correspondientes a diferentes años se elabora el mapa *Evolución de la planta urbana* para cada una de las localidades. La superposición de los mapas analíticos muestra la magnitud y tendencias de crecimiento de cada centro urbano.

Posteriormente se realizan los mapas *Uso del suelo 1977* y *Uso del suelo actual*. Estos posibilitan detectar las modificaciones producidas durante este período en las principales actividades del área. La combinación del mapa *Evolución de la planta urbana* con *Uso del suelo 1977* da como resultado el mapa de *Pérdida de tierras agrícolas*. En el mismo se visualiza la expansión de cada planta urbana hacia áreas de producción agrícola, con la consecuente pérdida de tierras aptas para cultivos.

Asimismo, una nueva actividad se desarrolla sobre tierras con uso agrícola, como es la explotación petrolera, la cual produce el deterioro y la contaminación de los suelos, problemática que fue cartografiada a partir de la combinación del mapa *Uso del suelo actual* y *Áreas de explotación petrolera* obteniendo como resultado *Actividad petrolera en áreas agrícolas*. De esta manera se pudieron representar cartográficamente

los conflictos derivados de la competitividad por usos del suelo a partir del desarrollo de actividades que se consideran ambientalmente incompatibles.

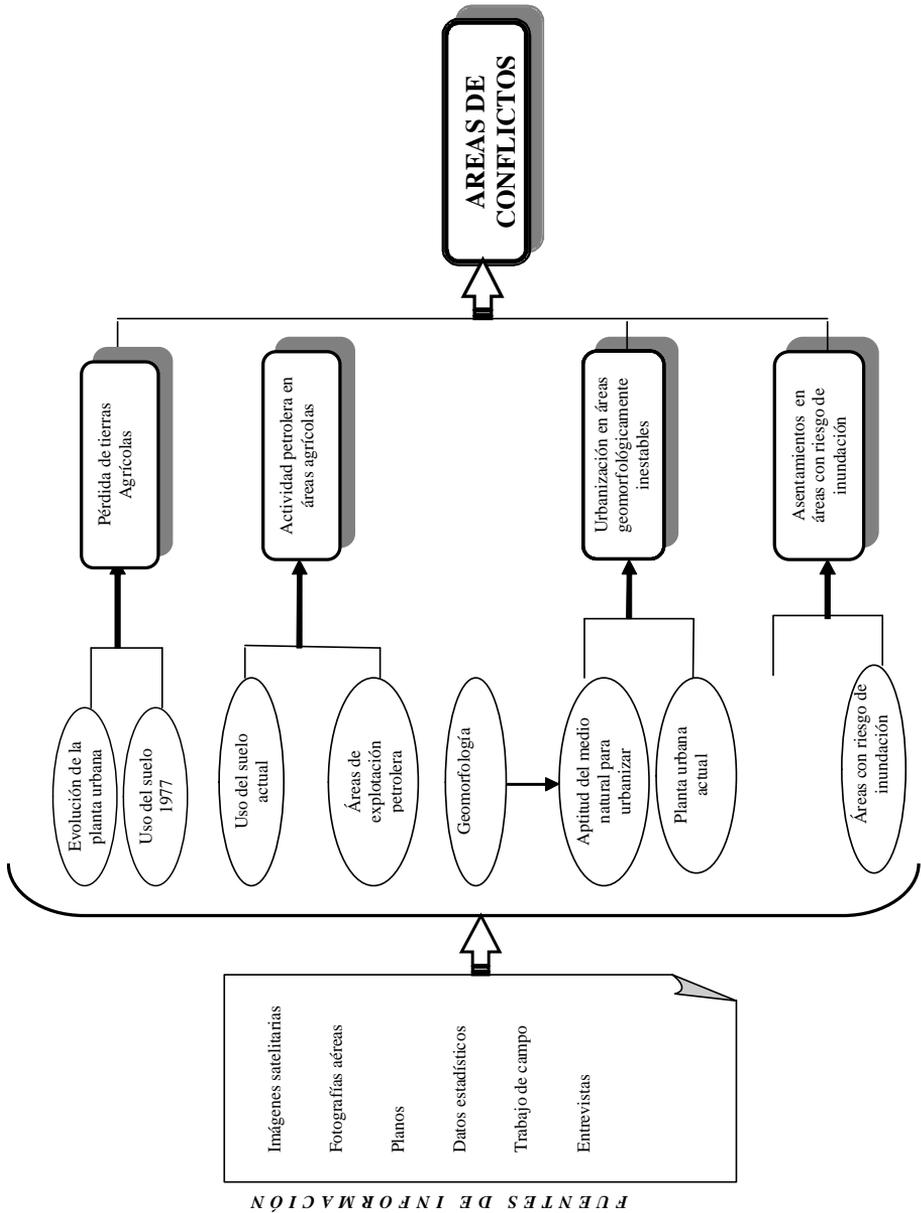
Los conflictos que surgen a partir de la incorporación al ámbito urbano de áreas geomorfológicamente inestables se analizan a partir de considerar el análisis del medio natural y su dinámica. Para ello se elabora el mapa *Geomorfológico* en base a información preexistente y complementada con salidas de campo e interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitarias. La posibilidad de combinar mapas temáticos y tablas que ofrece Ilwis permitió la confección del mapa de *Aptitud del medio natural para urbanizar* considerando las geoformas y procesos presentes en el área.

De la combinación de los mapas *Planta urbana actual* y *Aptitud del medio natural para urbanizar*, surge el mapa *Urbanización en áreas geomorfológicamente inestables*, donde se identifican los asentamientos localizados en sectores de fuertes pendientes, cárcavas o áreas susceptibles a inundarse. El desarrollo de estos conflictos se manifiesta de manera desigual en las distintas localidades en función del ritmo de crecimiento de población que han experimentado, la normativa existente y la exigencia de su cumplimiento.

A su vez, el mapa de *Curvas de inundación* se obtuvo de la corrección y poligonización de las curvas de recurrencia determinadas por la AIC¹ para series de 10 y 100 año que, superpuesto al mapa *Uso del suelo actual*, permite visualizar los *Asentamientos en áreas con riesgo de inundación*.

Finalmente, el mapa *Áreas de conflictos* (Fig. 3) se generó a partir de los mapas síntesis *Pérdidas de tierras agrícolas*, *Actividad petrolera en áreas agrícolas*, *Urbanización en áreas geomorfológicamente inestables* y *Asentamientos en áreas con riesgo de inundación*. Los resultados obtenidos demuestran que el sector más problemático se corresponde con el ejido de Neuquén donde los conflictos ambientales analizados, se manifiestan con mayor representatividad espacial en comparación con los demás ejidos del área de estudio.

Esquema metodológico



Conflictos ambientales

- ***Urbanización en áreas geomorfológicamente inestables***

Las características naturales del área determinan la presencia de un ecosistema frágil donde la influencia antrópica ha acelerado las actividades geodinámicas del sector ocasionando la modificación de la cobertura vegetal, la degradación de los suelos, el aumento de las superficies impermeables y la transformación de la morfología de los cauces. Estas modificaciones del sistema natural, sin considerar los procesos y su dinámica, alteran su equilibrio acelerando y potenciando situaciones de riesgo.

Entre los problemas ambientales derivados de la expansión urbana tienen relevancia aquellos asociados a la urbanización de la superficie de la meseta, frente de barda y planicie de inundación. La meseta, elaborada sobre rocas sedimentarias, presenta una superficie plana limitada por un desnivel topográfico o frente de barda de fuerte pendiente y disectado por una densa red de drenaje. Sin considerar la dinámica natural de este sector y sus limitantes para urbanizar, vastas zonas de la misma han sido incorporadas al ámbito urbano. Numerosos ejemplos presentan las localidades de Neuquén y Centenario mientras que Cinco Saltos no ha superado el canal principal de riego. En las restantes ciudades del área -Cipolletti, Senillosa y Plottier-, no se manifiesta esta problemática ya que las mismas se encuentran asentadas sobre el piso del valle, sin que la expansión urbana haya alcanzado los sectores de meseta.

Así, a partir de distintas formas de ocupación, sectores geomorfológicamente inestables son urbanizados sin prever las amenazas a las que la sociedad está expuesta, problemática que se manifiesta en las siguientes situaciones:

- *Urbanización sobre la superficie de la meseta*

Existen claras evidencias de asentamientos planificados cuya trama se superimpone a la red de drenaje previamente rellenada. Asimismo, es común observar en esta superficie mesetiforme, los procesos de las cabeceras de las cárcavas que, por erosión remontante, han interceptado caminos vecinales a la vez que reducen la superficie destinada a patios y/o jardines. Se han construido terraplenes con los que aumenta la superficie destinada a usos diversos. El material inconsolidado y carente de matriz cementante es más susceptible que el resto del área a los procesos naturales. En los declives generados se forman surcos que provocan una concentración perjudicial del escurrimiento. Por ello la incorporación de estas áreas al ámbito urbano requiere de estudios previos e infraestructura ingenieril que minimicen el riesgo, lo que implica gastos e inversión no siempre considerados.

- *Urbanización al pie del frente de barda*

Numerosos barrios localizados al pie del frente de barda sin tener en cuenta el peligro aluvional, y los procesos de erosión hídrica y remoción en masa a él asociados. Se dan dos tipos de ocupación en este sector, por un lado los asentamientos espontáneos por parte de pobladores social y económicamente marginales que, imposibilitados

de adquirir terrenos, construyen sin autorización, viviendas precarias y localizadas muchas veces, en áreas no adecuadas -piso y laderas de cuencas aluvionales, en cortes realizados sobre las laderas del frente de barda, en sectores del piedemonte o en remanentes de erosión decapitados- aumentando la vulnerabilidad de los grupos allí asentados. Por otro, están las viviendas planificadas, construidas por instituciones privadas y estatales (gremios, cooperativas de viviendas, asociaciones mutuales, etc), sin tener en cuenta los riesgos presentes.

En ese ambiente los peligros están relacionados a precipitaciones convectivas, escasa cobertura vegetal por lo que el suelo se encuentra desprotegido frente a los procesos erosivos, y por ende, a un escurrimiento superficial cargado de detritos en las cuencas receptoras de aportes pluviales. A ello se le suma el aumento de la superficie impermeable: calles, sendas y caminos que dificultan la infiltración y favorecen el escurrimiento superficial. Por otro lado se potencian los procesos de remoción en masa por la incorporación de agua en la superficie de la meseta, la que produce la recarga de los acuíferos y con ello la posibilidad de ocurrencia de deslizamientos.

En consecuencia los grupos sociales asentados en estas áreas se tornan especialmente frágiles frente a la diversidad de peligros naturales. Ante esta situación, las decisiones públicas y privadas muestran haber estado ajenas a la prevención de los riesgos que estas ocupaciones podían generar.

- Asentamientos en la planicie de inundación

El conflicto entre los asentamientos y los ríos de la cuenca surge a partir del avance del hombre sobre la planicie de inundación, hecho que comienza con la regulación de los caudales de los ríos Limay y Neuquén. Con la construcción de las represas hidroeléctricas, el área 'normalmente' inundable ha ido disminuyendo paulatinamente en los últimos 30 años y estas 'nuevas' tierras cercanas al río, que parecen no presentar riesgo de inundación, van siendo ocupadas por el hombre para distintos fines. La combinación de los mapas de *Uso del Suelo* y *Curvas de Inundación* muestra una gran cantidad de hectáreas en producción que quedarían bajo agua con una crecida significativa, principalmente en el piso del valle del río Neuquén. Problemática que se agrava si se considera que cada crecida no sólo provoca la inundación de los suelos cultivados sino también la elevación de la capa freática y la erosión de las costas.

Sin embargo, los mayores cambios en el avance del hombre sobre la planicie de inundación y las áreas con riesgo se han dado a través de la urbanización de estas tierras, siendo la ciudad de Neuquén la que registra la mayor expansión de la planta urbana hacia sectores ribereños. El resultado es el gran número de personas que viven en áreas de alto riesgo, que obedece a su crecimiento poblacional, el cuál ha sido considerablemente superior al de las demás ciudades del valle, a la falta de normativa que regule la incorporación de nuevas tierras al ámbito urbano y a las otorgadas por el Concejo Deliberante.

En el momento de evaluar la urbanización en áreas inundables es necesario diferenciar el tipo de asentamiento. Por un lado se ha producido la ocupación de la

planicie de inundación por habitantes de pocos recursos y que no tienen mayores posibilidades de elección, los cuales han construido precarias viviendas en terrenos fiscales, ocupando tierras no aptas para uso urbano. Por otro lado se han instalado barrios residenciales, de tipo planificado, construidos por cooperativas de vivienda; junto a grandes casas particulares y un country en tierras cercanas al río. Se presentan así tres modalidades distintas de ocupación, en la primera el poblador no tiene alternativas de elección de un sitio mejor, en cambio en estas últimas el municipio y/o el Concejo Deliberante tienen responsabilidad al autorizar el loteo y ocupación de estas tierras.

De lo analizado se puede afirmar que el avance de los asentamientos urbanos y las actividades agrícolas sobre áreas con riesgo de inundación es consecuencia de la seguridad que brindaron las represas pero no es responsabilidad de las mismas. Actualmente no existe normativa que establezca los usos permitidos en las distintas áreas que van delimitando las curvas de inundación definidas según las recurrencias y las normas de operación de presas vigentes.

• ***Los asentamientos y la competencia con las áreas productivas***

La competitividad de usos diversos ha generado conflictos siendo el más importante *la expansión urbana sobre áreas de producción agrícola*. Cabe recordar que en los valles se desarrolla la frutihorticultura con importante incorporación de actividades agroindustriales, industriales, administrativas y de servicios. Esta actividad económica dominante evidencia una marcada fragilidad ante factores estructurales, como son la tendencia regional al monocultivo y la dependencia del mercado externo, y factores coyunturales que se deben a intereses originados dentro y fuera del país.

Como elemento central puede señalarse la intensa subdivisión de la propiedad de la tierra agrícola con tamaño de las explotaciones inferiores a 5 o 10 hectáreas, las que no constituyen una unidad económico-productiva, por lo tanto los loteos para uso urbano presentan las mejores posibilidades económicas. De esta manera, la alta rentabilidad que ofrece el loteo de las tierras origina una lucha desigual “entre ciudades en expansión y retroceso de la agricultura lo que genera un conjunto de conflictos de uso de la tierra altamente dinámicos, y el rápido movimiento de la franja urbana”². Surgen así los conflictos propios de una zona de contacto urbano - rural, donde la competencia por el uso es intensa.

² ZINCK, A.; 1990. “Soil Information and Land Use Conflicts in Urban Fringes: a Venezuelan Land Use Planning Scenario Case Study”. En **11th International Congress of Soil Science**, Vol. I: Commission I. Kyoto, Japan.

La situación que se visualiza en los mapas de *Evolución de la Planta Urbana* de las localidades estudiadas, presenta diferencias. En principio la pérdida de tierras agrícolas fue más intensa en la ciudad de Neuquén durante las últimas décadas. El crecimiento de esta ciudad no estuvo relacionado directamente con el desarrollo agroindustrial, sino que se sustentó básicamente en la expansión de las actividades del sector terciario, situación que se refleja además en el crecimiento de las ciudades vecinas de Plottier, Centenario y Cipolletti que comienzan a funcionar como lugar de residencia de la población que desempeña sus actividades en la capital neuquina. No obstante éstas y las demás ciudades del área, mantienen su propia dinámica económica basada en las actividades agrícolas, que le otorgan características particulares. En el resto de las localidades del área, que tienen su base productiva en la fruticultura, el movimiento de la franja urbano-rural esta íntimamente relacionada a la crisis de esta actividad que coloca a las pequeñas explotaciones en un lugar de desventaja económica respecto a las mejores condiciones que ofrece el loteo urbano. Esta expansión urbana, sin una planificación y previsión por parte de los organismos estatales, se produce en sectores de inmediato acceso y con bajos costos para su instalación. Así las que se encuentran localizadas cerca de la planta urbana como de las vías de comunicación, se tornan en áreas con una marcada fragilidad ofreciendo menor resistencia al avance urbano.

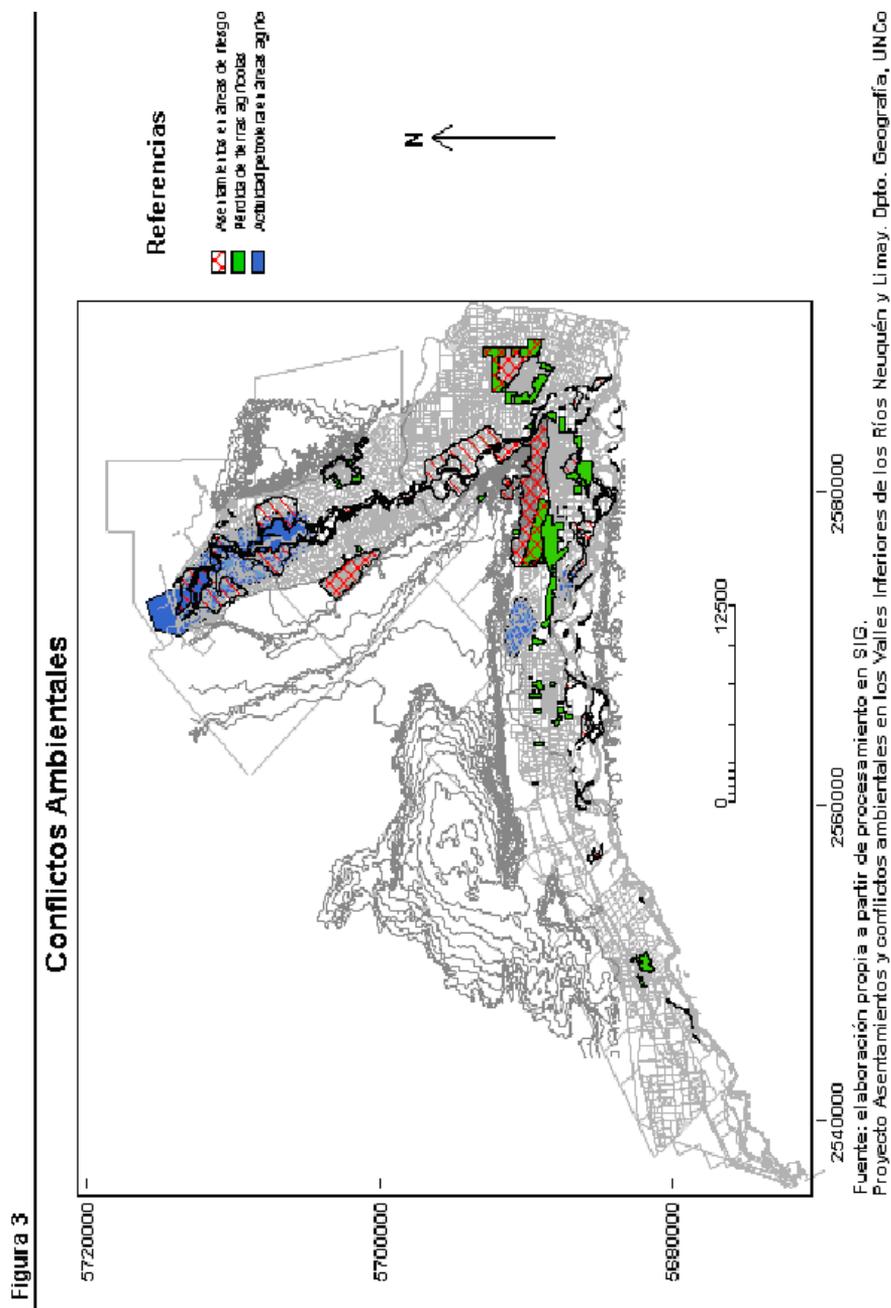
La ciudad de Plottier es tal vez el área más problemática. A mediados de la década del '80 la expansión se orienta hacia el norte, tendencia que se afirma en la década del '90, apareciendo numerosas parcelas rurales anunciando loteos, producto de la presión urbana. La misma se produjo en forma discontinua, quedando intercaladas entre el centro urbano y los nuevos barrios, zonas de chacras con producción frutícola y hortícola.

Otra de las actividades en conflicto con el uso y manejo del agua y con las explotaciones agropecuarias, es la vinculada a la *explotación de petróleo y de gas*. Esta actividad se realiza tanto en el piso del valle, donde los usos urbanos y agrícolas son los dominantes, como en el área de meseta correspondiente a los ejidos de Neuquén, Plottier, Centenario y Vista Alegre. En el piso del valle la actividad hidrocarburífera entra en conflicto por un lado con el uso y manejo del agua tanto por la ubicación de pozos como por el tendido de oleoductos, gasoductos y obras de infraestructura conexas y, por otro, con la actividad frutícola a partir del inadecuado manejo de los efluentes, que produce contaminación hídrica y degradación de los suelos. Se trata de una de las áreas más sensibles, por los riesgos ambientales permanentes y significativos que ello implica para las economías agrícolas aguas abajo, así como para todo tipo de asentamiento humano en general.

En el área de meseta, la actividad petrolera produce cambios en el paisaje producto de las numerosas picadas y accesos a los pozos petrolíferos. Se genera entonces un nuevo espacio productivo sobre el ya existente dado por la actividad ganadera, que comienza a perder su predominio sobre el ambiente. Ambas actividades desa-

rolladas en ambientes áridos, con limitaciones hídricas y edáficas, deterioran el suelo y generan diversos procesos de desertificación en un amplio espacio del territorio.

En este marco de competitividad de actividades diversas por un mismo espacio, la planificación del uso de la tierra y el ordenamiento territorial son actividades complejas que deben considerar el uso más apropiado para el recurso suelo ya que muchas actividades productivas necesitan del mismo como medio de producción. Las mejores tierras son aptas para más de un uso y esto genera inevitablemente conflictos entre los mismos. Esta disputa generalmente se define por el uso económicamente más rentable que no siempre es el que responde a los intereses y necesidades de la sociedad ni contempla una calidad ambiental acorde con un desarrollo sostenible.



Conclusiones

Los conflictos analizados demuestran que el poder local no ha regulado la ocupación del territorio, como tampoco ha tenido una visión global e integral de los procesos económicos regionales que permita obtener una proyección adecuada de sus implicancias territoriales.

En el ejido de Neuquén los conflictos se manifiestan con mayor representatividad espacial en comparación con los demás ejidos del área de estudio. Las funciones que esta ciudad cumple como capital de provincia, al concentrarse en ella el poder político y económico, como así también los servicios básicos de educación, salud, comunicaciones entre otros, le imprimen un dinamismo y le otorgan un rol central en el ámbito regional. Ante su elevado crecimiento, los organismos vieron superada la capacidad de aplicar la normativa existente. Así la demanda de nuevas tierras para urbanizar llevó a que se incorporaran áreas no aptas ocupándose sectores de riesgo natural y con competitividad funcional. Las políticas de gobierno que priorizaron intereses sectoriales, económicos y políticos, han construido una ciudad desarticulada a través de planes donde no se consideraron criterios ambientales que hacen a la calidad de vida y seguridad de sus habitantes.

Por otra parte existen problemas ambientales dados por la superposición de actividades tan disímiles como son la petrolera y la frutícola. La contaminación de los recursos naturales, la alteración y deterioro del ecosistema son efectos negativos difíciles de cuantificar pero más aún de recuperar. Hasta tanto no se tomen los recaudos necesarios para minimizar el riesgo que la actividad petrolera presupone, será difícil la convivencia de la actividad frutícola con la hidrocarbúrfera.

Con respecto a la aplicación de la tecnología SIG la realización de este trabajo demuestra que la misma constituye una valiosa herramienta para los estudios ambientales, proporciona alternativas de análisis para la investigación y facilita el abordaje de las interrelaciones sociedad-naturaleza ya que ofrece la posibilidad de combinar mapas, variables y datos provenientes de diversas fuentes. Permite además la actualización periódica de datos integrados, importante para el análisis predictivo al considerar las relaciones espacio-temporales en este tipo de estudios.

El dinamismo que adquieren hoy los procesos de cambio y transformaciones que se generan permanentemente en el territorio y sus consecuencias ambientales lleva a que los organismos de planificación y de gestión requieran de una permanente y rápida actualización de la información y producción cartográfica. En este sentido la cartografía digital sirve de base para establecer normas de planeamiento y gestión del territorio necesarios para la toma de decisiones.

Entre las limitaciones que se presentan cabe mencionar que esta herramienta no está aún incorporada masivamente en los organismos de planificación y, en los casos en que lo está, no se aprovechan al máximo sus potencialidades; es utilizado simplemente como un medio para producir cartografía automatizada de base. Otro in-

conveniente detectado está relacionado a la falta de integración de las bases de datos en los distintos organismos provinciales y a nivel municipal como así también al interno de éstos. No existe una base única de datos que contenga el caudal de información que se maneja desde las distintas áreas municipales, como tampoco una integración y homogeneización de los sistemas cartográficos utilizados.

Bibliografía

- BOSQUE SENDRA, J. 1992. **Sistemas de Información Geográfica**. RIALP SA. Madrid.
- CAPUA, O.; CIMINARI, M.; KREITER, A.; TORRENS, C.; 1998. *La expansión de las ciudades. Consecuencias ambientales y en la calidad de vida*. En Velazquez, G. Ed. Responsable. Centro de Investigaciones Geográficas. Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil.
- CIMINARI, M.; CAPUA, O.; KREITER, A.; TORRENS, C.; 1998. "Problemas ambientales derivados de los asentamientos en los valles inferiores de los ríos Neuquen y Limay -Argentina- Aspectos metodológicos" en BENASAYAG MUJSCAR, E. (Coord.y comp. **Innovación y Desarrollo en Latinoamérica**. Ed. C.E.R.S.S.A.-TAIBAM. Madrid
- CIMINARI, M.; CAPUA, O.; JURIO, E.; KREITER, A.; TORRENS C.,2000. **Asentamientos y Conflictos Ambientales en los Valles Inferiores de los ríos Limay y Neuquén**. Informe final del Proyecto de Investigación. Secretaría de Investigación. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén.
- ITC (International Institute For Aerospace Survey And Earth Sciences); 1997. **The Integrated Land and Water Information System. Ilwis 2.2 for Windows**. Enschede. Holanda.
- KLOSTER, E.; 1995. "El Gran Neuquén, un aluvión de población". En **Neuquén. Una geografía abierta**. Dpto. de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén.
- ZINCK, A.; 1990. "Soil Information and Land Use Conflicts in Urban Fringes: a Venezuelan Land Use Planning Scenario Case Study". En **11th International Congress of Soil Science**. Vol. I: Commission I. Kyoto, Japan.