

Caso práctico

Técnicas fotocartográficas, una herramienta para la detección de impactos y problemas ambientales

M. C. Miranda del Fresno^{1 y 2} y A. C. Ulberich²

¹ *Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, Calle 526, La Plata, Argentina*

² *Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales, Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Paraje Arroyo Seco, Tandil. Argentina*

Resumen

Esta investigación describe algunos de los principales impactos y problemas ambientales derivados del aumento de la superficie edificada, que pueden ser detectados a partir de: el análisis de productos teledetectados, el trabajo de campo y la aplicación de técnicas fotocartográficas.

La misma se llevó a cabo en un área de estudio de 1391,1 ha, localizada al S-SE de la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina, en el período 1973-2010. Parte de esta área viene atravesando, en los últimos años, una serie de cambios asociados principalmente al avance del uso residencial, sobre las sierras lindantes al área urbana, pertenecientes al Sistema serrano de Tandilla.

Para la detección de los problemas ambientales se identificaron en primer lugar, los usos del suelo vinculados a la superficie edificada, los cuáles constituyeron una variable de estudio muy importante. Su análisis, mediante mapeos sobre productos teledetectados y trabajo de campo (con dos cortes históricos) permitió detectar el avance de la edificación en zonas serranas, y ciertos impactos y problemas ambientales que ello trae aparejado.

Entre los problemas más preocupantes se encuentran: el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas; el riesgo a la salud; y la pérdida de paisaje serrano.

Este trabajo pretende brindar un diagnóstico que colabore en la planificación de la ciudad, a fin de evitar conflictos ambientales urbanos.

Palabras Clave: usos del suelo, mapeos, cartas temáticas, superficie edificada, impactos y problemas ambientales

Abstract

Photocartographics techniques, a tool for detection impacts and environmental problems

This research describes some of the main impacts and environmental problems arising from the increase of the built area. These can be detected by means of: analysis of teledetected products, field work and the use of photocartographic techniques.

It was carried out in a 1391,1 hectare study area, located in the south-southeast of the city of Tandil, province of Buenos Aires, Argentina, in the period 1973-2010.

During the past years, part of this area has been experiencing a number of changes. These are mainly associated to the advance of the residential use on the hill slopes surrounding the urban area, which belong to the Tandilia hill system.

For the detection of environmental problems, the land uses associated with the built area were first identified. These constituted an important element of study. The analysis, from mappings with two

* Autor para la correspondencia: caromdf@yahoo.com.ar

Recibido: 24-04-11; Aceptado: 19-10-11.

historic cuts on teledetected products and fieldwork, made it possible to detect the advance of building on the hilly areas and certain impacts and environmental problems that come with it.

The most worrying problems include: the risk of groundwater contamination, health risk, and loss of hilly landscape.

This work aims to provide a diagnosis to collaborate on the city planning so as to avoid urban environmental conflicts.

Key words: land use, mappings, thematic maps, built area, impacts and environmental problems.

Introducción

La naturaleza ha provisto a la humanidad de los recursos naturales necesarios para sobrevivir, pero el hombre no siempre ha realizado un uso eficiente de los mismos, dado que genera una gama de residuos que regresan al medio, produciendo una serie de modificaciones sobre el mismo, definidos como impactos (Reboratti, 2000), que no solo afectan al ambiente como espacio físico sino al propio hombre. En la medida que la sociedad reconoce el perjuicio de estos impactos, se los identifica como problemas ambientales, entendidos «como la manifestación de una deficiencia (merma o carencia) de racionalidad entre expresiones del subsistema natural y del subsistema social» (Fernández, 1998).

La expansión de las ciudades provoca distintos tipos de impactos, como la polución del aire, el aumento de efluentes y residuos sólidos, la remoción del suelo, alteraciones en el régimen hídrico, la modificación de los ambientes naturales y el paisaje, etc., que pueden convertirse en problemas ambientales.

Algunos de estos impactos y problemas ambientales —que serán analizados en este trabajo—, ocurren como consecuencia del aumento de la superficie edificada en una zona serrana ubicada al S-SE del centro cívico-comercial de la ciudad de Tandil (Figura 1), Buenos Aires, Argentina.

Tandil, se encuentra emplazada en un relieve de piedemonte y valle distal, rodeada por sierras bajas que forman parte del Sistema de Tandilla, uno de los dos sistemas serranos de la provincia bonaerense —de 340 km de longitud y una anchura de 60 km aproximadamente—, con gran belleza paisajística y destacada importancia geológica por tratarse de rocas con una edad de 2.200 millones de años.

El área estudiada se ha caracterizando durante los últimos años por una serie de cambios asociados principalmente al avance del uso residencial, que se materializa sobre parte de las sierras lindantes al área urbana, provocando distintos impactos y problemas ambientales. Uno de los aspectos que causa preocupación es, en las zonas de avance urbano, la carencia de servicios básicos, como el de las redes de cloaca y de agua, y la pérdida del paisaje serrano en el piedemonte.

Esta situación, motivó la necesidad de brindar una herramienta que describa los cambios espaciales que han sufrido los usos del suelo vinculados a la superficie edificada —en el período 1973 a 2010—, en pos de analizar los problemas e impactos ambientales antes mencionados, y colaborar así con la planificación urbano-ambiental de la ciudad, a fin de mitigar y/o evitar no solo los efectos negativos sobre el medio físico, sino también en la calidad de vida local.

Materiales y métodos

Los principales impactos y problemas ambientales derivados del avance de la edificación en las laderas serranas, y de la carencia de los servicios de las redes de cloaca y agua, se analizaron a partir de:

— La elaboración de dos mapeos de usos del suelo. El primero se realizó sobre fotografías aéreas verticales pancromáticas blanco y negro de Dirección de Geodesia (Argentina) del año 1973; y el segundo mapeo se obtuvo con trabajo de campo en el año 2010, apoyado por imágenes satelitales Google Earth-Digital Globe (Figura 2). Los usos y la hidrografía superficial se identificaron en las imágenes a partir de factores como: tonos, texturas, formas, contrastes, sombras, sitios asociados, entre otros, y se clasificaron adaptando las catego-

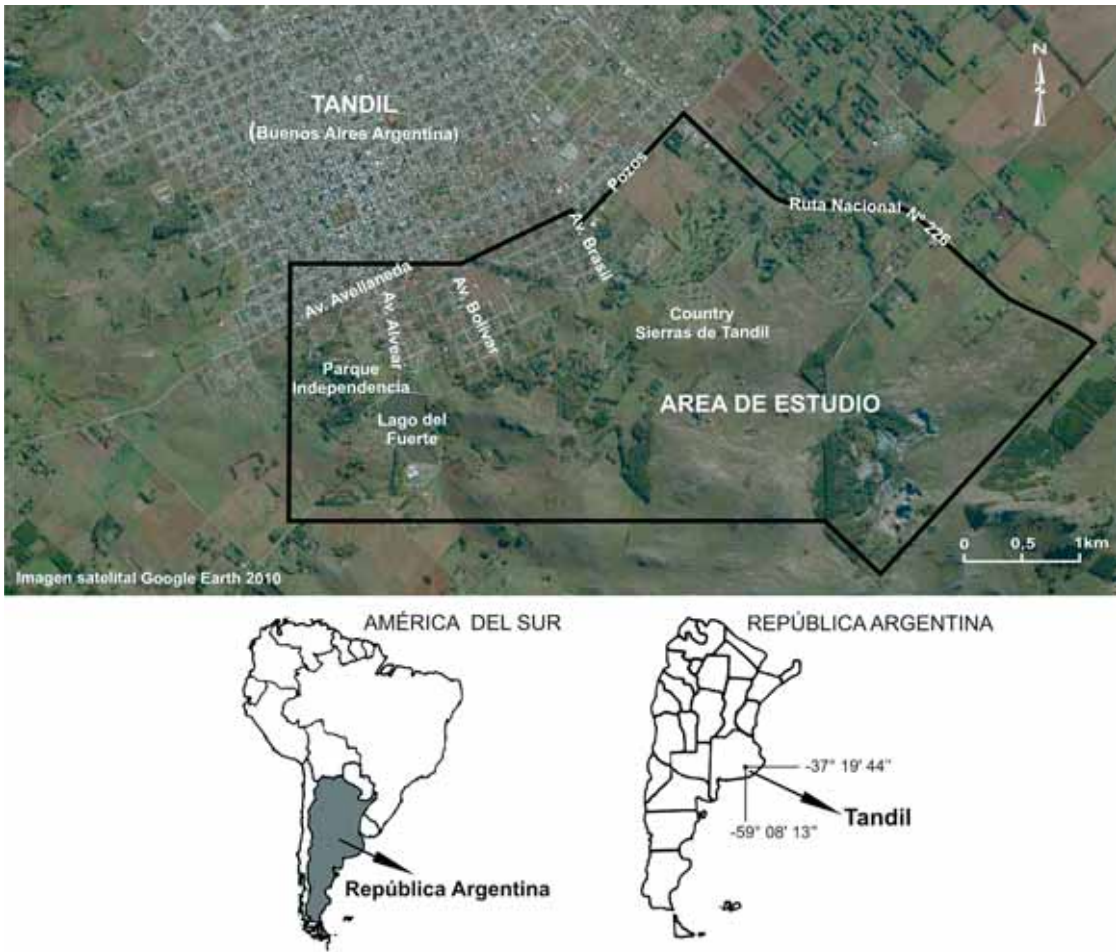


Figura 1. Situación relativa del área de estudio

rias de uso del suelo definidas por Anderson, J. R. *et al.* (1976), dado que esta metodología es compatible con escalas grandes, fue desarrollada para productos teledetectados, sostiene un orden sistemático de categorías con distintos niveles según la escala de observación y permite el agregado de nuevos usos. Se empleó una escala de trabajo de 1:24.700, en un área de estudio de 1.391,1 hectáreas, y una superficie mínima de mapeo de 1.200 m².

— La confección de dos cartas temáticas con la superficie edificada. Para lo cual se consideraron los usos residencial, educativo, y vial, comercial y servicios, correspondientes principalmente a viviendas, equipamiento, emprendimientos turísticos, etc. El haber utilizado en esta tarea técnicas fotocartográficas con productos cartográficos y teledetectados de distintas fuentes y escalas, no afectó el resultado final, porque se utilizaron programas de

diseño cartográfico que partieron de una carta base con la escala deseada a la se que pudo ajustar la información de las diversas fuentes.

— La detección del avance de la superficie edificada en 37 años, a partir de la comparación de las 2 cartas temáticas anteriores.

— La superposición de la superficie edificada con: las redes de los servicios sanitarios de agua y cloaca, las curvas isofreáticas y los pozos de extracción de agua de la ciudad, para detectar zonas con riesgo de contaminación de las aguas subterráneas y con riesgo a la salud.

— La observación de campo y la superposición de la superficie edificada con las curvas de nivel de 200, 210 y 220 m extraídas de las cartas topográficas de Tandil (Hoja 3760-23-4) y Sierras de Tandil (Hoja 3760-29-2) de escala 1:50.000, y actualizadas con información de Hidráulica, a fin de establecer si el impacto en el paisaje serrano es nulo (por debajo de



Figura 2. Delimitación del área de estudio en productos teledetectados

los 200 m), bajo (entre las cotas de 200 y 210 m), medio (entre 210 y 220 m) o alto (por encima de los 220m).

Resultados

Superficie edificada

La Figura 3 representa las cartas temáticas derivadas de los mapeos, muestra de manera

cualitativa el registro de los usos del suelo: *residencial, educativo y vial, comercial y servicios*, para los años 1973 y 2010; y la Tabla 1 y la Figura 4, describen cuantitativamente dicha información.

A partir del análisis de los datos que aportan la Tabla 1 y de las Figuras 3 y 4 se derivan los siguientes resultados:

— Uso residencial: cubría en el año 1973 224,86 ha (16,16% del área de estudio) y en 2010 439,68 ha (31,61%), lo que representa un



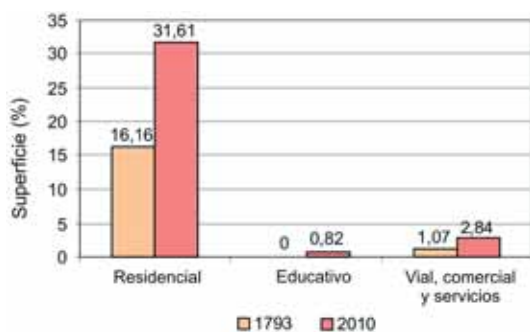
Figura 3. Registro de los usos del suelo: residencial; educativo; vial, comercial y servicios

Tabla 1. Superficies de los usos del suelo

Usos del Suelo	1973		2009	
	Ha	%	Ha	%
Residencial	224,86	16,16	439,68	31,61
Educativo	0,00	0,00	11,35	0,82
Vial, comercial y servicios	14,88	1,07	39,47	2,84
ÁREA EDIFICADA	239,74	17,23	490,50	35,27

Tabla 1. Superficies de los usos del suelo

Usos del Suelo	1973		2009	
	Ha	%	Ha	%
Residencial	224,86	16,16	439,68	31,61
Educativo	0,00	0,00	11,35	0,82
Vial, comercial y servicios	14,88	1,07	39,47	2,84
ÁREA EDIFICADA	239,74	17,23	490,50	35,27

**Figura 4.** Variación de la superficie de los usos del suelo

15,45% más de la superficie inicial ocupada. Estos valores señalan un crecimiento anual promedio de 0,41%. El crecimiento señalado se debe principalmente a la densificación de los barrios existentes (localizados al N, centro, y centro-W del área de estudio) y a la edificación de barrios nuevos (Figura 12, fotos D, E y F), algunos de ellos de tipo cerrado/privado (al centro y E del área).

— Uso educativo: en 1973 no se registraba ningún establecimiento educativo, pero conforme la ciudad fue creciendo se fueron instalando y para el año 2010 se registraron 11 (escuelas e institutos, privados y estatales de todos los niveles), ocupando 11,35ha, lo que representa un 0,82% del área de estudio.

— Uso vial, comercial y servicios: agrupa comercios (talleres mecánicos, negocios de insumos agrícolas, cabañas, hoteles, restaurantes, viveros) y distintos espacios destinados al rubro de servicios (cementerios, sede de transporte, cisterna de obras sanitarias, zona complementaria de ruta), pasó de ocupar 14,88 ha (1,07% del área total) en 1973 a 39,47 ha (2,84% del área) en 2010, lo que implica un aumento del 1,77%.

La Figura 5 describe *la superficie edificada* conformada por la suma de los usos residencial, educativo y vial, comercial y servicios (Tabla 1).

Ésta, ha pasado de ocupar 239,74 ha (17,23% del área de estudio) en 1973, a 490,50 ha (35,27% del área) en 2010, lo que representa un aumento del 18,04%. En otros términos esta superficie se ha duplicado, principalmente debido al crecimiento del uso residencial, cuyas características fueron descriptas anteriormente.

Impactos y problemas ambientales

Falta de cobertura de las redes de agua y cloaca.

A partir de los resultados descriptos anteriormente, se han analizado algunos de los impactos y problemas ambientales derivados del aumento de la superficie edificada en el área serrana, dado que la construcción, como todas las actividades humanas, demanda recursos y genera impactos sobre el medio.

Uno de los problemas detectados, es el vinculado a la falta de servicios sanitarios (red de agua y cloaca) principalmente en los sitios donde la construcción se encuentra en crecimiento (Miranda del Fresno *et al.*, 2010). Si bien en el artículo 62 de la ley provincial de Ordenamiento Territorial N° 8912/79 se establece que, *para la habilitación de ampliaciones de los núcleos urbanos debe completarse la infraestructura de los servicios esenciales*, la construcción de nuevas viviendas y otros emprendimientos crece con mayor velocidad que la extensión de las redes de servicios sanitarios. En la Figura 6, se observa que la superficie edificada sobrepasa el límite del área urbana definida en el Plan de Desarrollo Territorial (PDT) - Ordenanza N°9865/05. Ello muestra que no existe una adecuación entre el área definida como urbana, los sitios con una cierta densidad de edificación y la cobertura de las redes de agua y cloaca. Se cree que, en parte esto ocurre porque se ha permitido la ur-

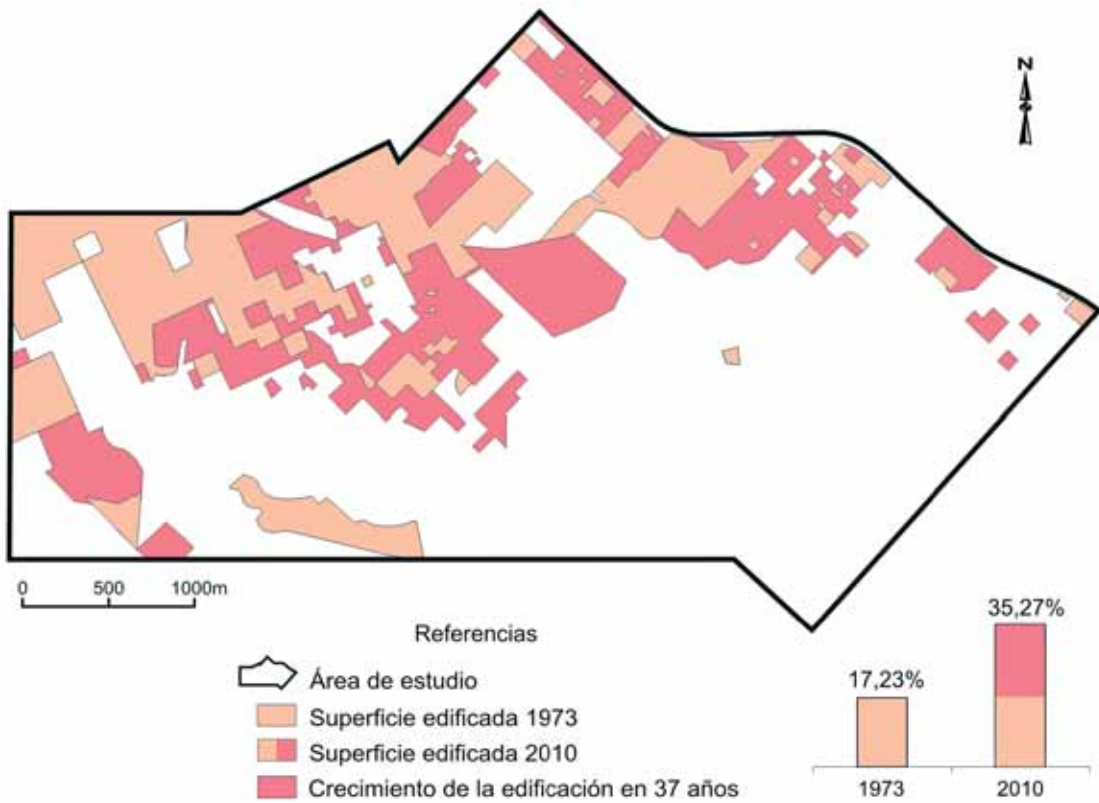


Figura 5. Crecimiento de la edificación en 37 años

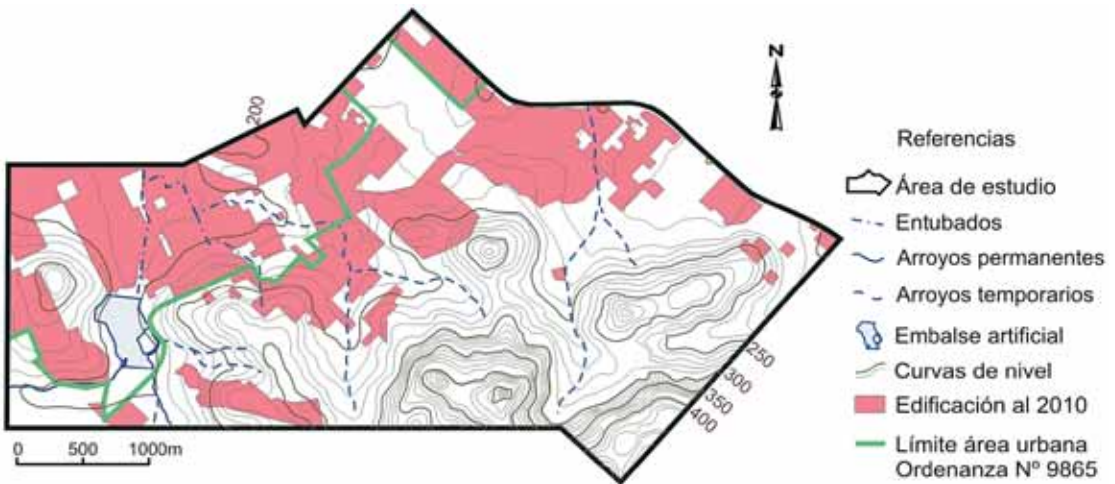


Figura 6. Limite del área urbana + superficie edificada al año 2010

banización sobre los faldeos serranos, cuyas características naturales no son las más apropiadas para el tendido de este tipo de servicios.

En la actualidad, las residencias permanentes y temporales (hoteles y cabañas) que no poseen conexión de red de cloaca, realizan la disposición final de efluentes en pozos absorbentes, que

suelen no efectuar tratamiento previo con cámara séptica. Esta situación puede ocasionar que sus líquidos (ya sea por la falta de volumen disponible, falta de área drenante por las características propias del substrato, falta de control, o negligencia): *infiltran* y *desborden* aguas abajo donde el efluente encuentra permeabili-

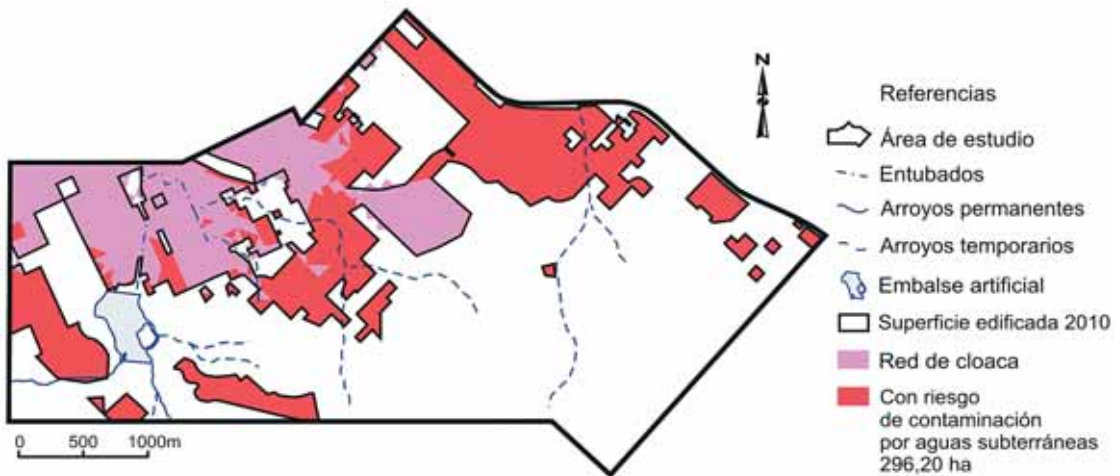


Figura 7. Riesgo de contaminación de aguas subterráneas

dades con índices mayores; *desborden* directamente a los arroyos y/o las cunetas de calles o caminos; *infiltran* subterráneamente o superficialmente a cavas existentes. Esto, indica que —los pozos absorbentes sin cámara séptica— no son un método de disposición seguro para perfiles de terreno como el de esta zona. Se desaconseja y debería prohibirse su uso dado que (al no poseer intercepción y tratamiento de barros con cámara séptica y/o ser excavados en suelos con distintos grados de permeabilidad) en la mayoría de los casos: alcanzan el manto fisurado con alto índice de infiltración y ocasionan un vertido del tipo difuso hasta alcanzar la proximidad de los niveles dinámicos del agua subterránea, y ponen sus aguas en riesgo de contaminación. (Alonso, H., 2010).

Si a los sistemas de disposición de efluentes, se suma que en Tandil se diferencian dos unidades hidrolíticas: una de tipo acuífuga formada por rocas precámbricas y paleozoicas, y otra acuífera, conformada por sedimentos limos areno-arcillosos con distintos rangos de permeabilidades; y que en las zonas serranas predomina la primera, caracterizada por el fisuramiento y diaclasamiento tectónico, que le otorga una porosidad secundaria que acrecienta su permeabilidad (Ruiz de Galarreta, 2006), el riesgo de contaminación del acuífero y de las

aguas alojadas entre las rocas, se incrementa.

En la zona de estudio, se ha detectado que el SW, centro, NE y E, carece de cobertura del servicio de red de cloaca, debiendo utilizarse los sistemas de eliminación de excretas mencionados. Esta situación se da sobre 296,20 ha de la superficie edificada, lo que representa el 60,38% de la misma (Figura 7).

Por otra parte es importante destacar, la cercanía de las edificaciones a los cuerpos de agua superficiales: arroyos permanentes, temporarios y el embalse artificial de la ciudad (Figura 7), que pueden verse afectados por el vuelco de efluentes cloacales, cuando los sistemas de descarga no se encuentren funcionando en óptimas condiciones, como ya se ha explicado.

Además de la carencia en la extensión de la red de cloaca, también se han detectado sectores con edificaciones (alejados del casco urbano al SW, centro, NE, E) que se encuentran desprovistos del suministro de agua de red (Figura 8) e inevitablemente extraen agua de las napas freáticas con pozos propios. Éstos, en los casos en que se encuentren aguas abajo de los sistemas de eliminación de excretas propios o de vecinos del entorno, son un potencial riesgo de contaminación y además de afección a la salud por el consumo de agua **contaminada**¹ si ésta es utilizada. De acuerdo con los resulta-

¹ Dicha contaminación se relaciona con la presencia de nitratos y nitritos. Los primeros aparecen como consecuencia de la descomposición natural del material nitrogenado orgánico, pudiendo causar según la dosis y la exposición, distintas afecciones. En los niños pequeños, los nitratos presentes en el agua de bebida pueden provocar una grave enfermedad, la metahemoglobinemia o «síndrome del bebé azul». También a largo plazo, los nitritos pueden inducir graves afecciones, al combinarse con otras sustancias para formar nitrosaminas, que son



Figura 8. Riesgo para la salud

dos obtenidos, en el área de estudio 153,38 ha (31,27%) de la superficie edificada se encuentra en esta situación.

Otro aspecto a tener en cuenta en la extracción de las aguas subterráneas, es la capacidad de recarga del acuífero. Al no existir un adecuado control y regulación sobre la extracción de agua que realizan los vecinos a través de sus pozos, el suministro de este recurso suele verse afectado ante la disminución del nivel freático.

Debido a la dinámica propia del acuífero, tanto el riesgo de contaminación de aguas subterráneas como el riesgo para la salud, no puede circunscribirse a un sector en particular. En relación a ello, la Figura 9 permite observar que:

— El nivel freático en la zona serrana se encuentra a una escasa profundidad (observar curvas de nivel y curvas isofreáticas en Figura 9); y el basamento presenta una importante fisuración por fallas y diaclasas que le confieren una porosidad y permeabilidad secundaria frente al agua subterránea. Éstas características, le otorgan una muy alta vulnerabilidad frente a cargas contaminantes, por la elevada velocidad de circulación del agua en dichas fisuras (Ruiz de Galarreta *et al.*, 2009), haciendo que el riesgo de contaminación sea mayor.

— Las aguas subterráneas avanzan en el sentido S-SW a N-NE (ver líneas de flujo en Figura 9), coincidiendo con la pendiente topo-

gráfica regional. De esta forma, las aguas que son descargadas en el área de estudio (localizada en torno a la cabecera de la cuenca) se desplazan aguas abajo, extendiendo el riesgo de contaminación en la medida que el medio no sea capaz de depurar los efluentes depositados, y pudiendo alcanzar los pozos de extracción de agua de red de la ciudad, acrecentando de este modo el riesgo a la salud hacia otros sectores de la población.

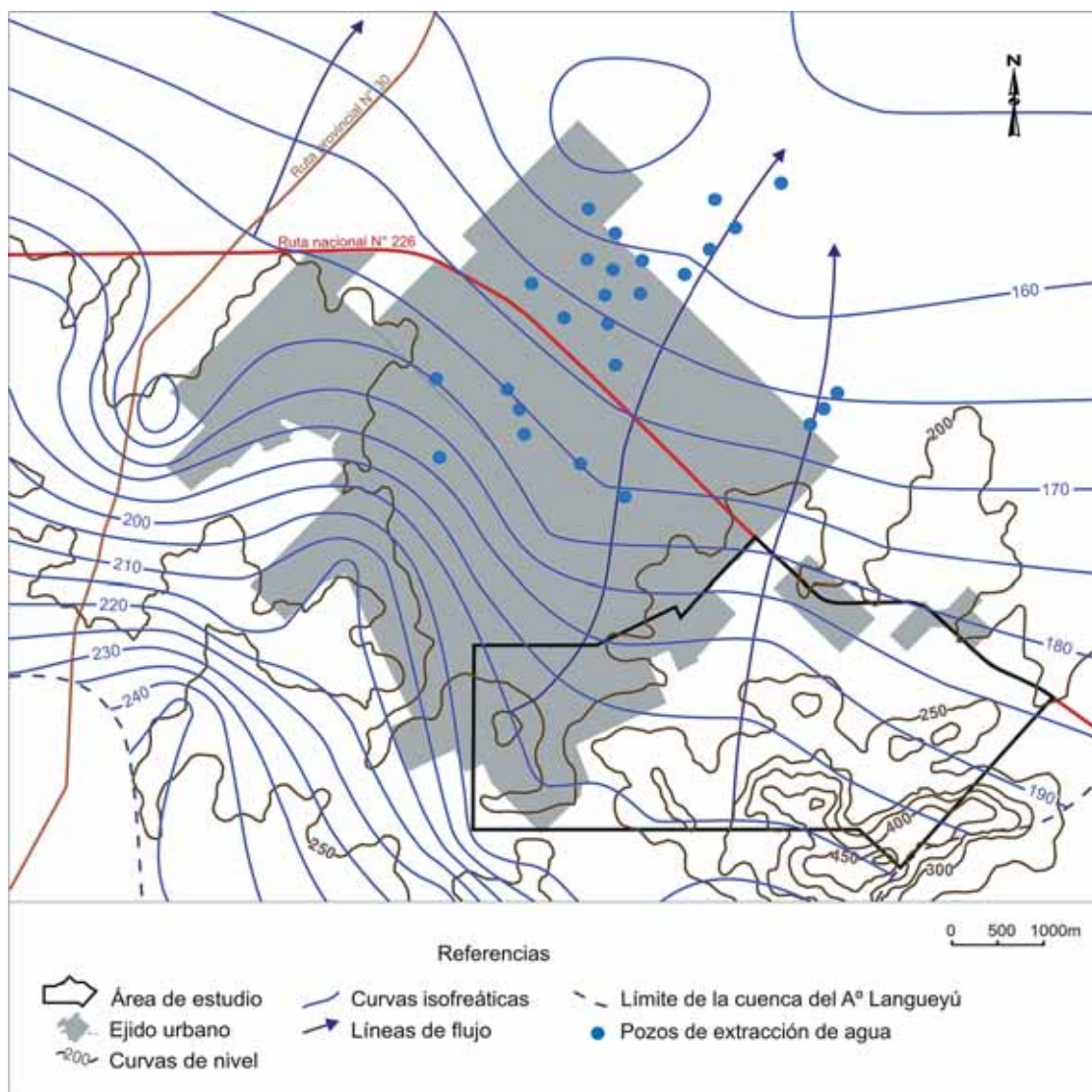
Sería importante poder realizar estudios físico-químicos y microbiológicos, en los pozos de las viviendas que carecen de uno o ambos servicios a fin de evaluar y monitorear la calidad del agua subterránea y de los efluentes producidos, a fin de cuantificar los riesgos y tomar las decisiones adecuadas en respuesta a estos problemas.

Pérdida de paisaje serrano

La modificación del paisaje resulta de la interacción entre las actividades humanas y el medio físico. En el área de estudio, este medio está constituido mayormente por un ambiente serrano (alrededor del 70%) lo cual le otorga un distinguido valor al **paisaje**². En las últimas décadas las construcciones no sólo han ido extendiéndose en forma horizontal hacia las zo-

compuestos cancerígenos, aumentando la incidencia de enfermedades malignas, especialmente de localización digestiva (Asociación de Médicos Municipales de la Ciudad de Buenos Aires:2003).

² En esta investigación no se discute la subjetividad u objetividad de la valoración del paisaje, sino se lo considera como un recurso que merece ser preservado y disfrutado por todos.



Fuentes: Ruiz de Galarreta, A. et al. 2008; Plano 33, Diagnóstico del PDT, Municipio de Tandil.

Figura 9. Posos de extracción de agua

nas serranas, sino también de manera vertical, impactando este paisaje, y en consecuencia provocando su pérdida (Miranda del Fresno *et al.*, 2010; Ulberich *et al.*, 2010). Las Figuras 10 y 11 describen esta situación.

De la observación de la Figura 10 se desprende que:

— Entre los años analizados las edificaciones han avanzado significativamente sobre la zona serrana.

— En 1973 de las 239,74 ha edificadas, 82,50 ha (34,41%)³ no provocaban impacto;

33,01 ha (13,77%) causaban un bajo impacto; 35,62 ha (14,86%) un impacto medio y 88,61 ha (36,96%) un impacto alto.

— En 2010, donde la superficie edificada ocupaba 490,50 ha (un 18,04% más que en 1973), 103,59 ha (21,12%) no provocaban impacto; 70,41 ha (14,35%) causaban un bajo impacto; 101,67 ha (20,73%) un impacto medio y 214,83 ha (43,80%) un impacto alto.

Estos valores permiten expresar que: más del 40% de superficie edificada causa un impacto alto en ambos años analizados; e inde-

³ Los porcentajes se calcularon sobre el total edificado para cada año, por lo que los valores no son comparables entre ambos.

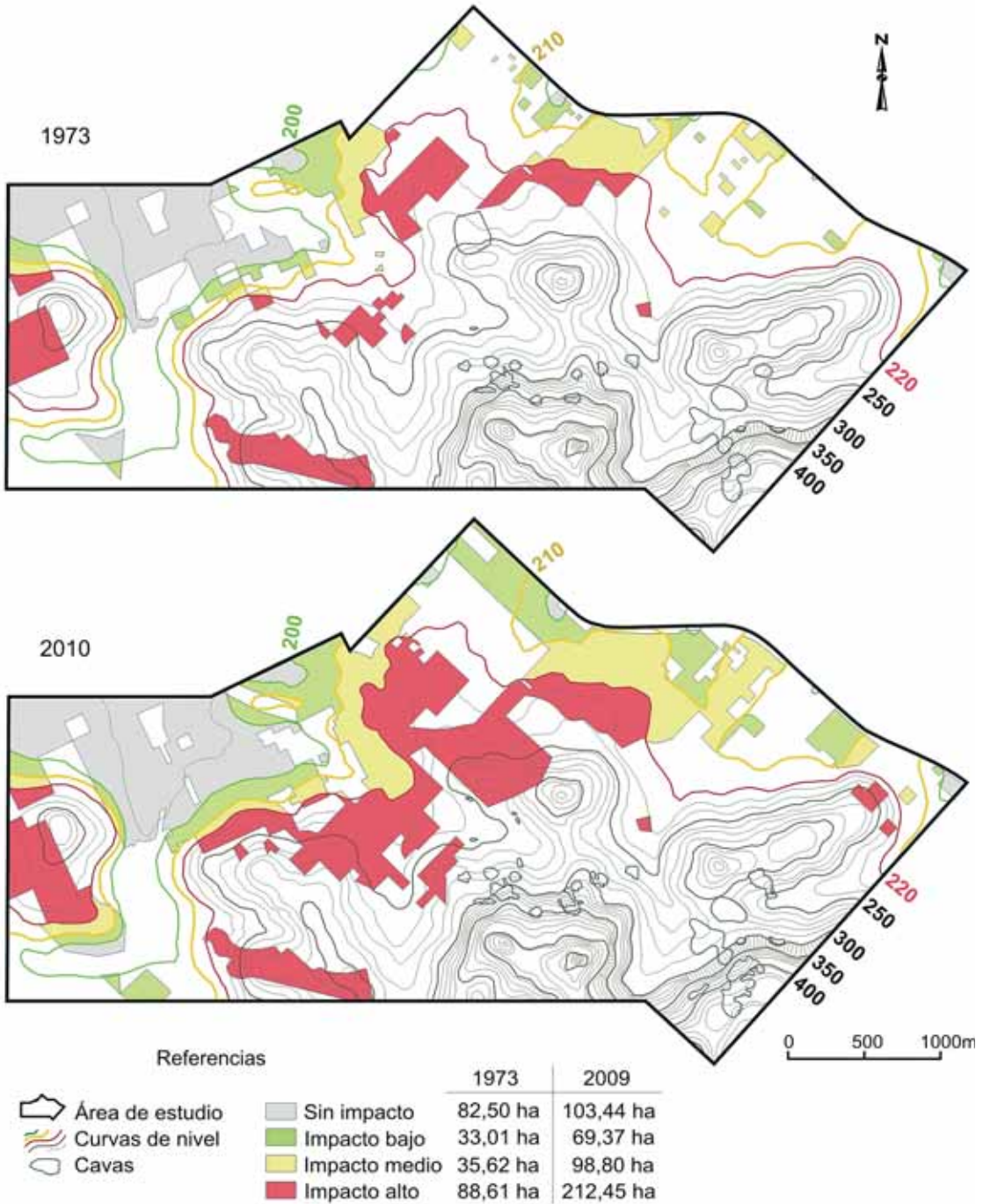


Figura 10. Impacto paisajístico serrano por efecto de las edificaciones

pendientemente del grado de impacto la superficie edificada ha aumentado causando un impacto mayor sobre el paisaje.

A partir de la anterior Figura 10, se elaboraron perfiles para el año 1973 y 2010 (Figura 11) entre el cerro del Parque Independencia (uno de los atractivos turísticos por

excelencia de la ciudad) y una zona que en 1973 correspondía al emplazamiento de una cantera y hoy a uno de los countries de la ciudad (muy urbanizado durante la última década). Éstos, muestran cómo las superficies construidas avanzan sobre las sierras e impactan su paisaje.

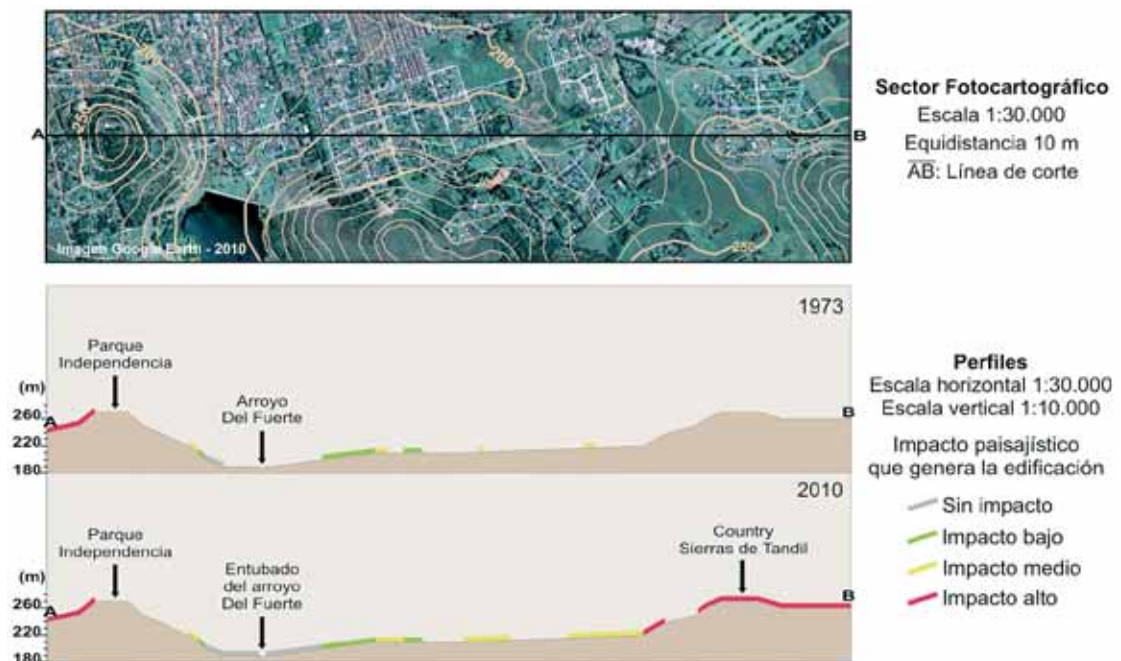


Figura 11. Impacto paisajístico en el relieve serrano.

Si bien actualmente en la ciudad de Tandil se está trabajando en planes y **ordenanzas**⁴ para regular la construcción en las sierras, no existe una política que frene totalmente esta situación, por lo que los impactos en el paisaje (Figura 12) podrán seguir aumentando.

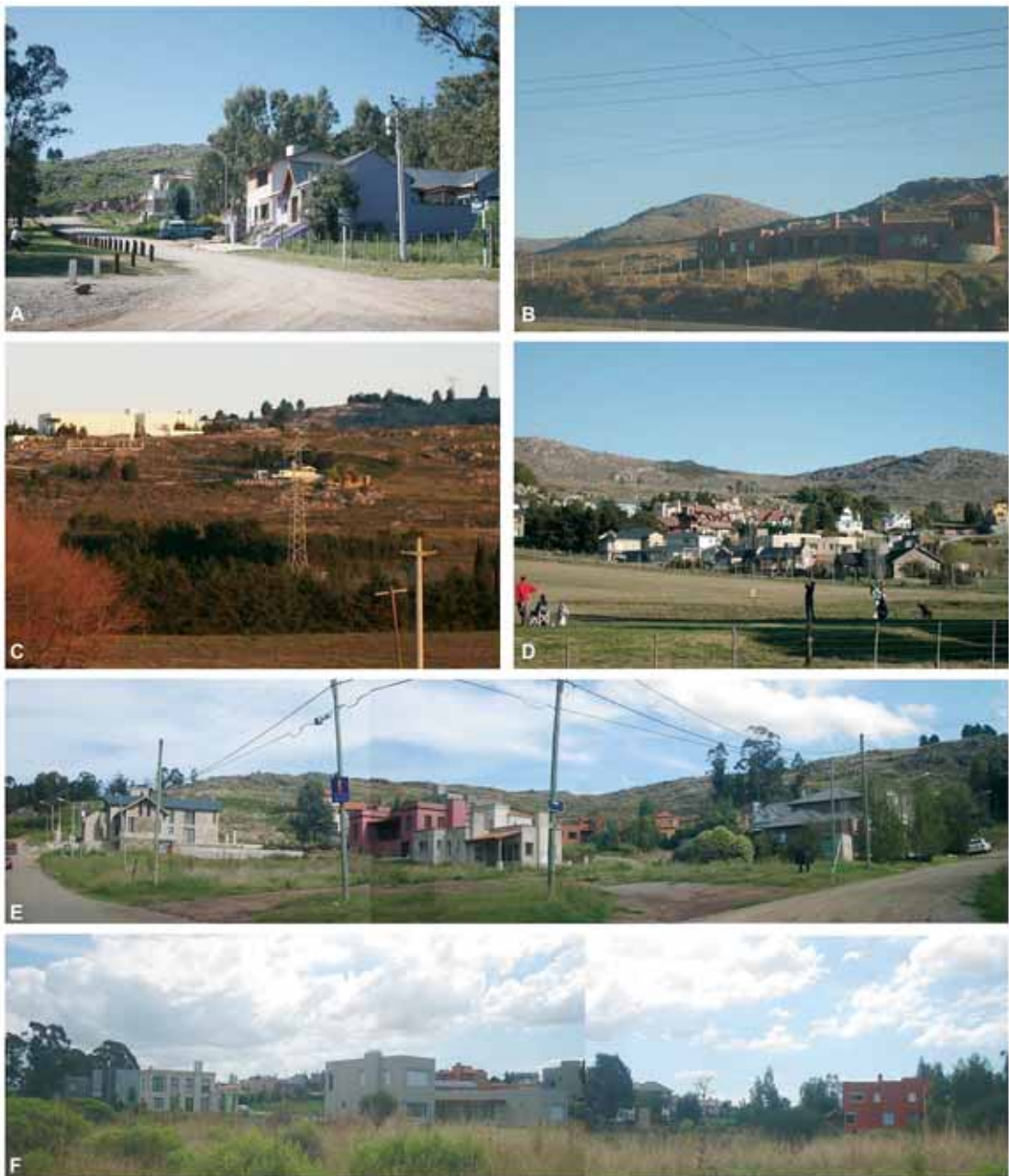
Este tema viene despertado el interés de distintos grupos de la ciudad; particularmente algunas ONG's reclaman desde hace varios años, entre otras cuestiones, el cese de la construcción en los faldeos serranos. Así, el 23 de marzo de 2010 se aprobó la Ley Provincial N° 12.704 que declara Paisaje Protegido de Interés Provincial a un extenso sector comprendido entre las tres rutas que rodean a la ciudad, cuyo objetivo es conservar y preservar la integridad del paisaje geográfico, geomorfológico, turístico y urbanístico. Pero el Plan de Manejo Ambiental solicitado por su Decreto Reglamentario posee (a partir de los últimos comunicados en periódicos locales) descontento con algunas de sus propuestas, en relación a las edificaciones y la conservación del paisaje: «A partir de allí, ya nada frenará el avance de la ur-

banización sobre las sierras y es de esperar que si el municipio no ha tenido capacidad o voluntad de contener la construcción sobre la sierras, las presiones inmobiliarias seguirán direccionando la ordenación de nuestra ciudad en beneficio de unos pocos» (Asamblea Ciudadana por la Preservación de las Sierras, *21% Comunicación Masiva*, <http://www.21porciiento.com.ar/ambiente/3714.html> Tandil, 29/11/10). «Detrás de esta norma y de sus defensores están alineados los intereses de los especuladores inmobiliarios que pretenden hacer grandes negocios; además que las empresas que han ganado millones destruyendo las sierras ahora les permiten continuar sus negocios en otro rubro» (Partido Obrero, *ABC Hoy*, *Portal de noticias de Tandil*, <http://www.abchoy.com.ar/leeropinion.asp?id=72998>, 07/02/11).

Conclusiones

La utilización de técnicas fotocartográficas sobre productos cartográficos y teledetectados

⁴ Se está elaborando un Plan Especial de Manejo para la «Zona Protegida Natural Sierras de Tandil» que regularía y desalentaría la construcción sobre los faldeos serranos. Para mayor información puede consultarse el PDT de la ciudad de Tandil, Parte 2: Normativa Reglamentaria, Capítulo III, Sección 2, Subsección 4: Condiciones particulares para la Zona Protegida Natural «Sierras de Tandil». <http://www.tandil.gov.ar/>.



A - B - C: Viviendas y emprendimientos hoteleros edificados por sobre los 220m.

D - E - F: Nuevos barrios en expansión sobre las laderas serranas.

Figura 12. Edificaciones en el paisaje serrano

con trabajo de campo, permitieron realizar un valioso análisis geográfico espacial sobre la planimétrica y la altimétrica del S-SE de la ciudad de Tandil, y registrar así, no solo el aumento de la superficie edificada sobre las zonas serranas, sino también algunos de los impactos y riesgos que esto genera.

Se debe atender el problema de la falta de los servicios de red cloacal y de agua corriente, en conjunción con la planificación de sitios factibles donde desarrollar la urbanización.

El reclamo social y los análisis realizados evidencian la pérdida de paisaje serrano con el

avance de los años, lo cual señala que este problema merece mayor atención.

Esta investigación brinda un valioso diagnóstico que puede colaborar en la planificación urbana, en pos de minimizar y evitar a futuro conflictos ambientales en el uso serrano.

Referencias

- ALONSO, H. (2010). Entrevista con el Ing. Hidráulico y presidente del Centro de Ingenieros de Tandil.
- ASOCIACIÓN DE MÉDICOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. 2003. *Ambiente humano y salud en el área de la cuenca*. Boletín de temas de salud, Suplemento del Diario del Mundo Hospitalario. Año 10 N° 87. Coordinación: Comité Editorial, Buenos Aires. <http://www.medicos-municipales.org.ar/bts0503.htm> - 63k
- DECRETO-LEY 8912/77. Ley de ordenamiento territorial y uso del suelo. <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/1-8912.html>
- FERNÁNDEZ, R. 1998. Teoría y metodología de la gestión ambiental del desarrollo urbano. Cap. 3: *Definiciones de problemas ambientales urbanos locales y contextuales*. CIAM. Universidad Nacional de Mar del Plata, p 47.
- MARIÑELARENA, A. 2006. *Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. FREPLATA Editores, La Plata. <http://www.ilpla.edu.ar/ilpla/data/ManualSistemasTratamiento2MB.pdf>
- MIRANDA DEL FRESNO, M., ULBERICH, A. & MORRONE, M. 2010. *Problemas ambientales derivados del crecimiento urbano en el sector serrano S-SE de la ciudad de Tandil*. VI Congreso Nacional Ambiental 2010. Universidad Nacional de San Juan. San Juan.
- MUNICIPIO DE TANDIL. 2003. *Documento Diagnóstico, Plan de Desarrollo Territorial*. AYDET S.A. FCH. Plano 33.
- PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL. Ordenanza 9865/05. <http://www.tandil.gov.ar>
- REBORATTI, C. 2000 *Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones*. Ed. Ariel, Buenos Aires. Pág. 1.
- RUIZ DE GALARRETA, A. 2006. Geohidrología y balance hidrológico de la zona no saturada en la cuenca superior del arroyo Tandileofú, Provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- RUIZ DE GALARRETA, A., & BANDA NORIEGA, R. 2009. Caracterización del recurso hídrico y su calidad vinculada a la presencia de nitratos en el partido de Tandil. Capítulo de libro, *«Estudios Ambientales II» (CINEA - FCH - UNCPBA)*. Tandil. 298 p. ISBN 978-950-658-242-5
- RUIZ DE GALARRETA, A., VARNI, M., BANDA NORIEGA, R. & BARRANQUERO, R. 2009. Análisis hidrológico en la cuenca del arroyo Languyú, partido de Tandil, Buenos Aires. Capítulo de libro, *«Estudios Ambientales II» (CINEA - FCH - UNCPBA)*. Tandil. 298 p. ISBN 978-950-658-242-5
- ULBERICH, A., MIRANDA DEL FRESNO, M. & MORRONE, M. 2010. *Avance de la edificación sobre el sector serrano S-SE de la ciudad de Tandil, Argentina*. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra: Mapping Interactivo N° 142 julio-agosto. Madrid. <http://www.mappinginteractivo.com> ISSN: 1.131-9.100. 11 p.