



# El uso de Corine Land Cover en la identificación de actividades potencialmente contaminantes del agua subterránea. Análisis preliminar en el área Mar del Plata-Balcarce (Argentina)

Massone, Héctor <sup>1</sup> - Sagua, Marisa <sup>2</sup> - Tomas, Mónica <sup>1</sup> - Zelaya, Karina <sup>3</sup> - Betancur, Teresita <sup>4</sup>  
Romanelli, Asunción <sup>1-5</sup> - Lima, Lourdes <sup>1-5</sup>

Recibido: 15 de febrero de 2011 • Aceptado: 06 de setiembre de 2011

## Resumen

*Este estudio se desarrolla en un área de 830 km<sup>2</sup> entre las ciudades de Mar del Plata y Balcarce (provincia de Buenos Aires, Argentina) en la que se desarrollan actividades agrícolas, residenciales, comerciales, industriales, turísticas. El objetivo del trabajo es evaluar las potencialidades y restricciones que presenta la metodología CORINE Land Cover, ampliamente utilizada en Europa, para discriminar diferentes usos del suelo y permitir, así, asociar cada uno de ellos con una carga contaminante potencial. Se ha adaptado la metodología en aspectos vinculados a la unidad mínima de análisis y a la generación de categorías que no estaban contempladas originalmente para la asignación de carga contaminante potencial se siguieron los lineamientos del método POSH. El relevamiento se realizó a partir de imágenes satelitarias Landsat TM, Google EarthPro y reconocimiento de campo. Se identificaron y mapearon categorías de uso hasta tercer nivel. El uso de esta metodología es eficaz, aunque deben adecuarse la escala de trabajo y modificarse algunas categorías vinculadas a uso residencial.*

**Palabras clave:** contaminación, Corine, agua subterránea.

## Abstract

*The study area (830 km<sup>2</sup>) is located between Mar del Plata and Balcarce cities (Buenos Aires Province, Argentina), whose axis is route 226 which connects several settlements. Mar del Plata-Balcarce Corridor is a complex area given that it constitutes a multi-purpose zone used for recreational, residential, industrial, tourist and intensive agricultural activities. The aim of this study is to assess the potentials and constraints of the CORINE Land Cover methodology, widely used in Europe, in discriminating different land covers. Moreover, according to the POSH method, the potential pollutant load associated to each category was done. The land cover analysis was performed by using Landsat TM satellite*

1 Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (FCEN - UNMDP) - Funes 3350 (B7600), Mar del Plata, Argentina.

2 Centro de Investigaciones Ambientales (FAU - UNMDP) Funes 3350 (B7600), Mar del Plata, Argentina.

3 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Ruta 226 km 73, Buenos Aires, Argentina

4 Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

5 CONICET

✉ hmassone@mdp.edu.ar

images, Google EarthPro and also through field work. This study identified and mapped land cover categories up to the third level. The use of this methodology in the area was feasible, although the working scale and some categories related to residential use must be adequate.

**Keywords:** pollution, corine, groundwater.

## INTRODUCCIÓN

El riesgo de contaminación de acuíferos está dado por la interacción de la peligrosidad de contaminación (Foster et al. 2002) con la vulnerabilidad de la población expuesta (Massone y Sagua 2005); el concepto de peligrosidad de contaminación se entiende como la posibilidad o probabilidad que un contaminante afecte la calidad del agua subterránea y está definido por la interacción entre vulnerabilidad del acuífero y carga contaminante (Foster e Hirata 1988; Massone y Martínez 2008).

El inventario de carga contaminante es una actividad que comprende la identificación, localización espacial, período de funcionamiento y la caracterización de las prácticas utilizadas, de forma sistemática (WHO 1982). Si bien las propuestas de clasificación de fuentes y su valoración en relación al potencial de contaminación son variadas (Foster e Hirata 1988; Foster et al. 2002; Zaporocec 2004), es destacable que a la etapa de identificación y localización espacial de actividades se le ha prestado muy escasa atención (con algunas excepciones como por ejemplo la guía editada por Zaporocec (2004) que incluye un lineamiento metodológico para estos aspectos).

El objetivo del trabajo es evaluar las potencialidades y restricciones que presenta la metodología CORINE Land Cover, para discriminar diferentes usos del suelo que luego puedan

asociarse a una tipificación de carga contaminante potencial. El área de estudio (Figura 1) es el llamado “Corredor Mar del Plata-Balcarce” (Sagua y Massone 2007), faja de 830 km<sup>2</sup> que tiene como eje central la ruta 226, que une las ciudades de Mar del Plata y Balcarce, de 700.000 y 40.000 habitantes respectivamente.

El proyecto CORINE (Coordination of information on the environment) se inició en la Unión Europea en 1985, siendo la sección “Land Cover” (CLC) uno de sus principales componentes. CLC en su versión 2000 reconoce y clasifica mediante imágenes satelitarias hasta en 5 niveles los diferentes usos del suelo, estableciendo la unidad mínima de mapeo en 25 Ha.

## METODOLOGÍA

La identificación y localización espacial de actividades se basó en CLC (2000), trabajando hasta el nivel 3, con unidad mínima de mapeo de 1 Ha. La identificación y localización de actividades se realizó mediante la interpretación de la escena 224-086 de LandSat, utilizándose los sensores TM y ETM+, y las bandas del visible, Infrarrojo cercano y medio; Google Earth-Pro fue de suma utilidad a la hora de identificar el máximo detalle alcanzado en este trabajo y el reconocimiento de campo completó detalles de relevamiento.

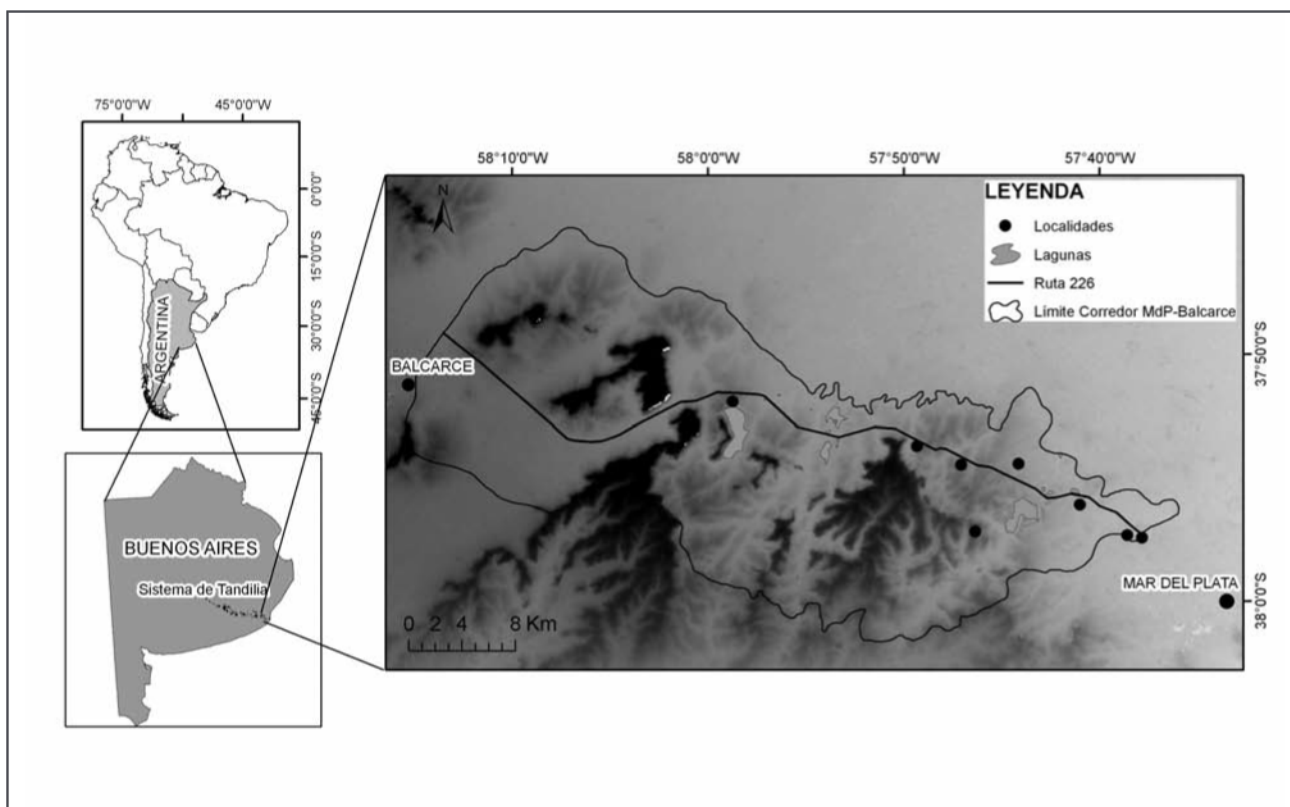


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Tabla 1. Clasificación de usos del suelo según CORINE, hasta nivel 3.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1. ZONAS ARTIFICIALES	1.1. Tejido Urbano	1.1.1. Tejido Urbano Continuo 1.1.2. Tejido Urbano Discontinuo
	1.2. Zonas Industriales, Comerciales y de Transporte	1.2.1. Zonas Industriales y Comerciales
	1.3. Zonas de Extracción Minera, Vertidos y de Construcción	1.3.1. Zonas de Extracción Minera
	1.4. Zonas Verdes Artificiales, No Agrícolas	1.4.2. Instalaciones Deportivas y Recreativas
2. ZONAS AGRICOLAS	2.1. Tierras de Labor	2.1.1. Tierras de labor en secano 2.1.2. Terrenos Regados Permanentemente
	2.2. Cultivos Permanentes	2.2.2. Frutales y Plantaciones de Bayas
	2.3. Praderas	2.3.1. Prados y Praderas
3. BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosques de Frondosas
	3.2. Matorrales y/o Asociaciones de Vegetación Herbácea	3.2.1. Pastizales Naturales
	3.3. Espacios Abiertos con Escasa Vegetación	3.3.2. Roquedo
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas Continentales	

Los resultados se volcaron luego mediante ArcView 3.1 (ESRI 2006) en un sistema de información geográfica que permitió compatibilizar las observaciones realizadas por estas diferentes herramientas.

A modo de ensayo preliminar la asignación de carga contaminante potencial se realizó siguiendo lo establecido por el método POSH (Foster et al. 2002)

#### RESULTADOS

El mapa de Nivel 1 (Figura 2a) permite reconocer 4 de las 5 clases establecidas por la metodología; en el Nivel 2 se reconocieron 11 categorías (Figura 2b; Tablas 1 y 2); el Nivel 3, muestra 12 clases (Figura 3a; Tablas 1 y 2), no se discriminaron categorías a este nivel para las aguas continentales. En este nivel 3, el de mayor detalle alcanzado, la asignación de categorías corresponde al siguiente criterio:

*Clase 1.1.1.* Tejido urbano continuo: corresponde a una zona urbana consolidada; la mayor parte del territorio está cubierto por estructuras y redes de transporte. Edificios, carreteras y superficies artificiales cubren más del 80% de la superficie total. Son casos excepcionales las zonas de vegetación no lineales y el suelo desnudo. Fue asignada a un extremo de la ciudad de Balcarce.

*Clase 1.1.2.* Tejido urbano discontinuo: La mayor parte de la tierra está cubierta por estructuras. Edificaciones, carreteras y superficies artificiales asociadas a zonas con vegetación y suelo desnudo, que ocupan superficies discontinuas pero significativas. Entre el 30 y 80% de la superficie total debe ser impermeable; a esta clase corresponden los barrios La Herradura e

Tabla 2. Superficies ocupadas por cada clase a nivel 3.

NIVEL 3	Km <sup>2</sup>
1.1.1. TEJIDO URBANO CONTINUO	1,70
1.1.2. TEJIDO URBANO DISCONTINUO	13,70
1.2.1. ZONAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES	2,59
1.3.1. ZONAS DE EXTRACCION MINERA	0,86
1.4.2. INSTALACIONES DEPORTIVAS Y RECREATIVAS	2,79
2.1.1. TIERRAS DE LABOR EN SECANO	360,30
2.1.2. TERRENOS REGADOS PERMANENTEMENTE	61,60
2.2.2. FRUTALES Y PLANTACIONES DE BAYAS	0,02
2.3.1. PRADOS Y PRADERAS	199,83
3.1.1. BOSQUES DE FRONDOSAS	13,60
3.2.1. PASTIZALES NATURALES	66,60
3.3.2. ROQUEDO	106,50
5.1.1. AGUAS CONTINENTALES	10,10

Hipódromo (extremo de la zona periurbana de Mar del Plata) y Sierra de Los Padres, Santa Paula, El Paraíso, Colinas Verdes, El Coyunco, La Gloria de La Peregrina, Villa La Brava y periurbano oriental de Balcarce.

**Clase 1.2.1. Zonas Industriales y Comerciales:** corresponde a zonas con pavimento artificial (cemento, asfalto, tierra compactada) sin vegetación ocupan la mayor parte del área, en las que también aparecen edificios y/o vegetación. Se incluyeron en esta clase el establecimiento de McKain, la Estación Terrena de Comunicaciones, el complejo industrial "Tulio Crespi", 2 plantas embotelladoras de agua mineral, 5 granjas avícolas, el Mercado Concentrador Frutihortícola, la Estación Transformadora Eléctrica de Laguna de Los Padres y el camino de ingreso a Balcarce por ruta 55 y las áreas de servicios El Coyunco y El Dorado.

**Clase 1.3.1. Zonas de Extracción Minera:** áreas de extracción a cielo abierto de materiales de construcción (minas

de arena, canteras) u otros minerales. Incluye graveras inundadas, excepto extracción de lechos de los ríos. Se han ubicado en esta categoría más de 15 cavas ladrilleras identificadas en la zona.

**Clase 1.4.2. Instalaciones Deportivas y Recreativas:** Campings, terrenos deportivos, parques de ocio, campos de golf, hipódromos, etc. Incluye parques tradicionales no rodeados por zonas urbanas. Se han identificado 14 diferentes centros deportivos, campings y de recreación.

**Clase 2.1.1. Tierras de labor en secano:** Cultivos de cereales, leguminosas, forrajeras, tubérculos y barbecho. Incluye otros cultivos de cosecha anual con más del 75% del área bajo un sistema de rotación. Parte de esta clase son las parcelas de tierras de labor con una superficie de varias hectáreas alcanzando decenas (centenas) de hectáreas. Se agrupan aquí trigo, soja, girasol y maíz en orden decreciente de superficie sembrada.

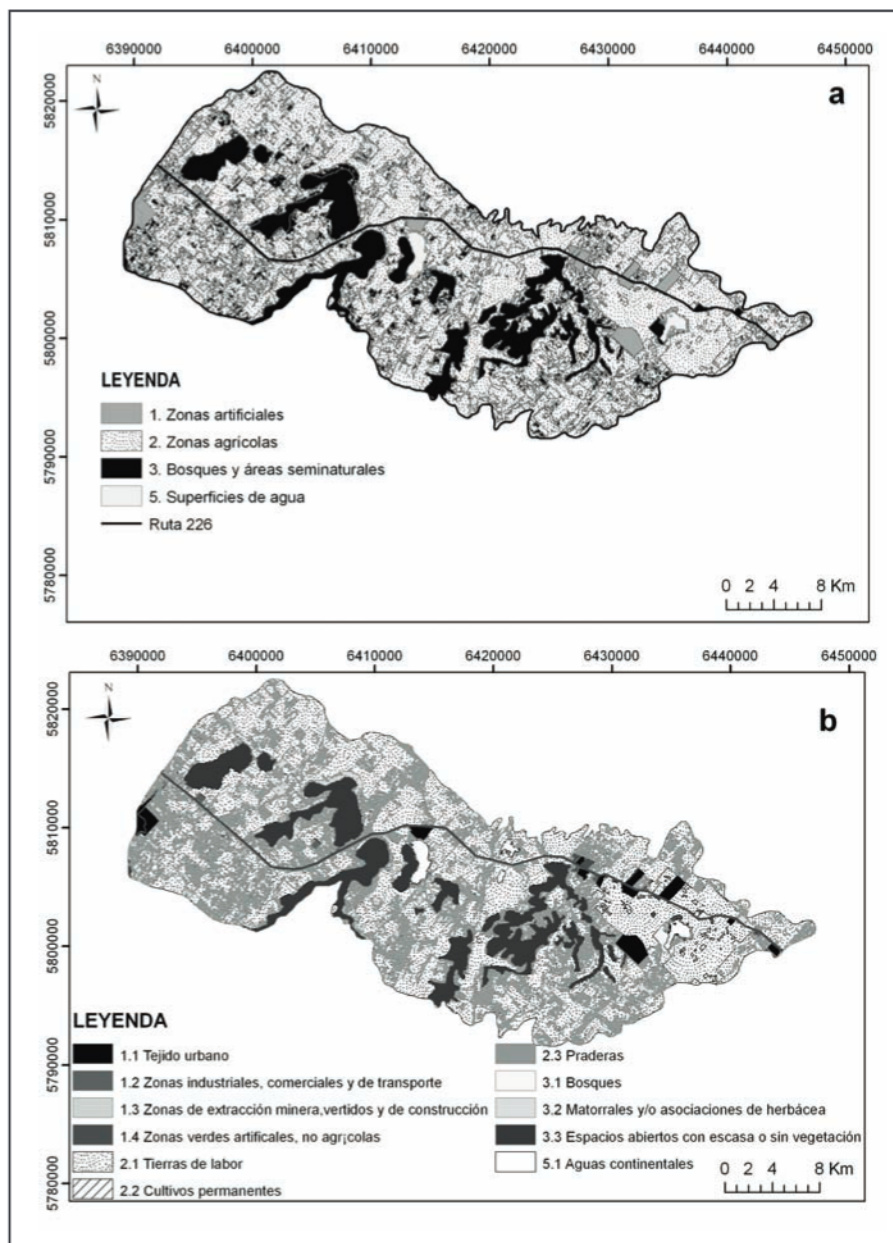


Figura 2. Identificación y localización espacial de actividades. a: Nivel 1; b: Nivel 2.

*Clase 2.1.2. Terrenos Regados Permanentemente:* Cultivos regados permanentemente o periódicamente, utilizando una infraestructura permanente (canales de riego, redes de drenaje). La mayoría de estos cultivos no pueden ser cultivados sin un aporte artificial de agua. No incluye tierras regadas esporádicamente. En esta clase se incluyó toda la zona hortícola de Laguna de Los Padres.

*Clase 2.2.2. Frutales y Plantaciones de Bayas:* Parcelas plantadas con frutales o arbustos: especies únicas o mezcladas de frutales, frutales asociados con áreas permanentemente cubiertas de hierba. Se incluyen en esta clase las 3 más grandes plantaciones de kiwi de la zona.

*Clase 2.3.1. Prados y Praderas:* Cobertura herbácea densa, de composición floral, dominada por gramíneas, no bajo un sistema de rotación. Utilizados principalmente para pasto pero pudiendo haber recogida mecánica para forraje. Se han incluido pasturas implantadas como raygrass, trébol blanco, cebadilla y pastosillo.

Tabla 3. Asignación preliminar de potencial de carga contaminante en base a POSH (Foster et al. 2002).

NIVEL 3	P CC
1.1.1. tejido urbano continuo	REDUCIDO
1.1.2. tejido urbano discontinuo	ELEVADO
1.2.1. zonas industriales y comerciales	MODERADO
1.3.1. zonas de extracción minera	ELEVADO
1.4.2. instalaciones deportivas y recreativas	REDUCIDO
2.1.1. tierras de labor en secano	MODERADO
2.1.2. terrenos regados permanentemente	ELEVADO
2.2.2. frutales y plantaciones de bayas	MODERADO
2.3.1. prados y praderas	REDUCIDO
3.1.1. bosques de frondosas	REDUCIDO
3.2.1. pastizales naturales	REDUCIDO
3.3.2. roquedo	REDUCIDO

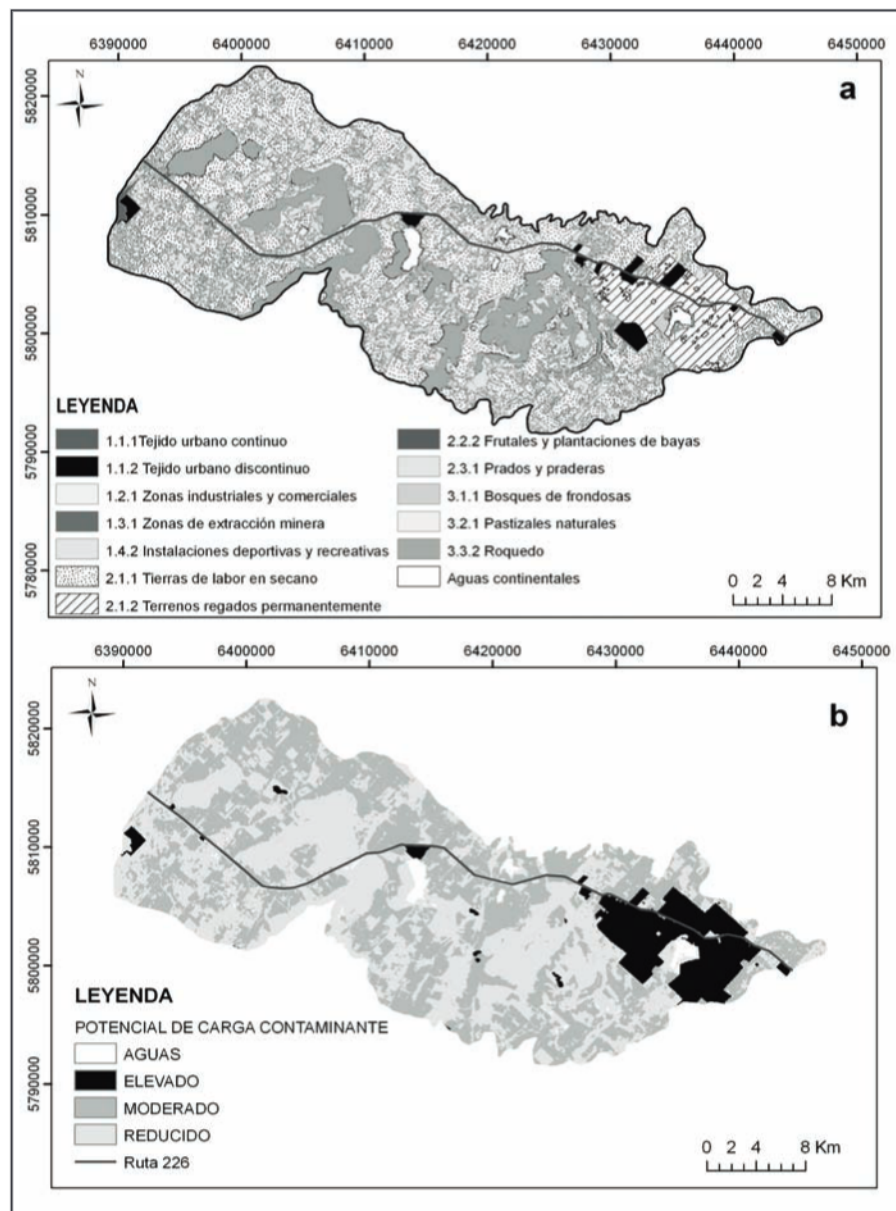


Figura 3. Identificación y localización espacial de actividades. a: Nivel 3; b: Potencial de Carga Contaminante al subsuelo.

**Tabla 4. Superficies ocupadas por cada clase de potencial de carga contaminante**

POTENCIAL DE CARGA CONTAMINANTE	Km <sup>2</sup>
ELEVADO	75,8
MODERADO	362,9
REDUCIDO	391,1

*Clase 3.1.1.* Bosques de Frondosas: Formaciones vegetales compuestas principalmente por árboles, incluyendo monte bajo de arbustos, donde predominan las especies de frondosas. Esta clase incluye zonas con una cubierta vegetal mayor del 30%. Se asignaron a esta clase los montes de pino y eucaliptos, como también la Reserva Forestal de Laguna de Los Padres.

*Clase 3.2.1.* Pastizales Naturales: Los pastizales naturales son zonas con vegetación herbácea (la altura máxima son 150 cm y prevalecen las especies de gramíneas) que cubre al menos el 75% de la superficie cubierta por vegetación que se desarrolla bajo una interferencia humana mínima (no se siega, fertiliza o estimula con productos químicos que puedan influir en la producción de biomasa). Se incluyeron en esta clase las áreas-relicto de pastizal pampeano (conformado principalmente por espartillar, junco, cortaderal y vegetación psamófito, en orden de superficie ocupada).

*Clase 3.3.2.* Roquedo: incluye zonas con escasa vegetación donde un 75% de la superficie está ocupada por rocas. Bajo esta categoría se incluyeron todos los afloramientos serranos, admitiendo la particularidad que tanto en la cumbre como en el pie de monte el porcentaje de roca visible es menor al indicado.

*Clase 5.1.* Aguas Continentales. Lagos, estanques y charcas naturales que contienen agua dulce y aguas corrientes de todos los ríos y arroyos. Se incluyen las lagunas de Los Padres, La Invernada, El Encanto y La Brava.

El ejercicio de asignación de potencial de carga contaminante se realizó sobre la clasificación de Nivel 3 (Figura 3b). A modo de ensayo preliminar se utilizó el criterio establecido por la metodología POSH (Pollutant Origin - Surchage Hydraulically) tomado de *Foster et al. (2002)*. Se reconocieron

3 categorías (reducido, moderado y alto) que implican solo una comparación relativa (Tablas 3 y 4). Potencial de carga contaminante (PPC) Elevado fue asociado a uso de agroquímicos en áreas regadas (herbicidas-fertilizantes) y a áreas urbanas sin red cloacal (nitratos, contaminación bacteriológica), es la categoría que menos superficie abarca. PCC Moderado, lo fue a áreas urbanas con red cloacal y sin presencia de industrias (solo podrían verificarse situaciones de contaminación de tipo puntual, a partir de presencia esporádica de pozos ciegos o disposición incorrecta de residuos sólidos domiciliarios) y a áreas rurales que tienen uso de agroquímicos pero en condiciones de secano. El PCC reducido fue adjudicado a situaciones donde la intervención humana es mínima o bien se realiza en condiciones seguras que evitan la descarga al subsuelo de potenciales contaminantes, y la posibilidad de contaminación es esporádica y muy puntual.

## CONCLUSIONES

La metodología Corine Land Cover ha demostrado ser una interesante herramienta de aplicación en la identificación y localización espacial de actividades potencialmente contaminantes del agua subterránea. Su posibilidad de empleo a distintas escalas de detalle permite adoptarla para estudios con objetivos y escalas muy diferentes. En el corredor Mar del Plata-Balcarce las tierras de labor en secano y los prados y praderas ocupan alrededor del 50% del área; de manera concordante un porcentaje similar es ocupado por áreas con peligrosidad de contaminación del acuífero moderada o reducida. A partir de lo realizado en este trabajo puede indicarse que Corine resulta una eficaz manera de identificar usos del territorio de manera estructurada, sin dejar de mencionar que resultados más acordes a la realidad podrán obtenerse modificando parcialmente algunas de las pautas originales de clasificación, en especial las referidas a densidad de población en tejido urbano, a las que involucran a los afloramientos serranos y a las que representan los cursos de agua superficial.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue llevado a cabo como parte de un proyecto de investigación financiado por la UNMdP.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

CLC, 2000

Descripción de la nomenclatura del Corine Land Cover al nivel 5°. Área de Teledetección. *Subdirección Gral. de Geomática y Teledetección. Instituto Geográfico Nacional Madrid.*

ESRI. 2006

Environment System Research Institute.  
Home page: <http://www.esri.com>.

FOSTER, S. E HIRATA, R. 1988.

Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. *Who-Paho/Hpe-Cepis Technical manual, Lima, Peru. 81pp*

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M. Y PARIS, M. 2002

Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies. *World Bank, GWMATE. Washington, 101p.*

MASSONE, H. Y M. SAGUA 2005.

La integración de la Vulnerabilidad Social en la Evaluación del Riesgo de Contaminación de Acuíferos. *IV Congreso Argentino de Hidrogeología y II Seminario Hispano Latinoamericano sobre Temas Actuales de Hidrología Subterránea. Actas, 201-210. Rio Cuarto, Cordoba. ISBN 950-665-347-X*

MASSONE, H. Y D. MARTINEZ, 2008.

Consideraciones metodológicas acerca del proceso de gestión del impacto y riesgo de contaminación de acuíferos.  
*Publicación especial, Revista Ingenierías, Universidad de Medellín, Vol. 7 Núm. 12, 9-22. ISSN 1692-3324 Colombia.*

SAGUA, M. Y H. MASSONE, 2007.

Corredor Mar del Plata - Balcarce. Caracterización preliminar del estado y tendencias ambientales de un territorio de expansión urbano-regional en el sureste bonaerense.

*I Taller Sobre Dimensiones Humanas del Cambio Climático en la Argentina. 8-10 de Agosto de 2007, Universidad Nacional de Lujan. Zaporozec, A. 2004. Groundwater contamination inventory. A methodological guide. IHP-VI, UNESCO.*

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (WHO). 1982.

Rapid assessment of sources of air, water, and land pollution.

*WHO Offset Publication 62:113 p.*

ZAPOROCEC, A., 2004.

Contaminant source inventory.

*En: Zaporozec, A. (Ed.) Groundwater contamination inventory. A methodological guideline. UNESCO. Paris. 237p, 2001.*

