

## FACTORES TERRITORIALES DE LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTEDEROS INCONTROLADOS EN ANDALUCÍA

Rosa Jordá Borrell

Depto. de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional – Universidad de Sevilla  
[borrell@us.es](mailto:borrell@us.es)

Francisca Ruiz Rodríguez

Depto. de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional – Universidad de Sevilla  
[frui@us.es](mailto:frui@us.es)

Ángel Luís Lucendo Monedero

Depto. de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional – Universidad de Sevilla  
[angeluis@us.es](mailto:angeluis@us.es)

Recibido: 5 de julio de 2012. Aceptado: 9 de noviembre de 2012.

### Factores territoriales de localización y caracterización de los vertederos incontrolados en Andalucía (Resumen)

Investigar sobre los vertederos incontrolados en Andalucía es complicado y complejo porque no existen análisis sistemáticos e información homogénea, lo que hace necesario realizar un estudio exhaustivo de los mismos. El objetivo de esta investigación es determinar los factores territoriales relacionados con la ubicación y caracterización de los vertederos incontrolados mediante una metodología que contempla una selección de variables para la recogida de información, trabajo de campo con una muestra representativa (110 elementos) y un análisis exploratorio y factorial. Los resultados obtenidos mediante esta metodología nos permiten afirmar que a escala regional los factores que caracterizan la localización de los vertederos ilegales vienen definidos por variables socioeconómicas del territorio y de sensibilidad ambiental de las instituciones competentes en la materia; mientras que a escala local tienen que ver con la presencia de desigualdades sociales, tipo de residuos existentes, eficiencia de la gestión de los mismos y con los rasgos litológicos-geomorfológicos del emplazamiento.

**Palabras clave:** vertedero incontrolado, factores territoriales, análisis factorial.

### Factors territorial localization and characterization of uncontrolled landfills in Andalusia (Abstract)

The study of illegal landfills in Andalusia is complicated and complex because there are no systematic studies and comparable information, which requires a thorough study of them. The objective of this research is to identify territorial factors related to location and characterization of illegal landfills using a methodology for the selection of variables, data collection, field work with a representative sample (110 elements) and exploratory and factorial statistics analysis. The results obtained by this methodology allowed us to define that most of the factors that characterize the location of illegal landfills are: a) in the regional scale, socioeconomic variables of the territory and the environmental sensitivity of the relevant institutions with competencies in this field; and b) in the local scale, the presence of social inequalities, existing types of waste, the management efficiency thereof and the lithological-geomorphological features of the location.

**Key words:** illegal landfills, territorial factors, factorial analysis.

El depósito en vertedero ha sido, y continúa siendo en muchos países, una herramienta de eliminación de residuos muy utilizada, de fácil explotación y en la mayoría de los casos no gestionados eficientemente. Esto es debido a su flexibilidad para albergar grandes cantidades de residuos, así como por el bajo coste que supone su explotación. Pero las variables de localización de los vertederos (Antunes *et al.* 2001; Zamorano *et al.* 2006), su explotación y control se convierten en factores claves por su impacto ambiental y por su influencia en la salud humana (El-Fadel *et al.* 1997).

A medida que ha aumentado la producción de residuos, la normativa se ha desarrollado más, se ha hecho más exigente, y la utilización de los vertederos se ha convertido en un sistema de tratamiento cada vez más restringido y con mayores controles ambientales. La preocupación en Europa por el impacto sobre la salud humana y medioambiental del vertido de residuos, ha llevado a emitir una extensa legislación a lo largo de los últimos 30 años. La Comisión Europea se marcó como objetivo a finales de la década de los noventa la reducción de la cantidad de residuos depositados en vertederos (Directiva 1999/31/CE). En paralelo, pero a cierta distancia temporal, la administración estatal ha hecho grandes esfuerzos desde esa fecha para adaptarse a la normativa europea en la reducción de residuos eliminados mediante vertederos y en fomentar la correcta gestión de los mismos, siguiendo en la actualidad un orden de prioridad en la legislación y política de prevención y gestión de residuos que es: 1. Prevención, 2. Preparación para la reutilización, 3. Reciclado, 4. Otro tipo de valoración, por ejemplo la energética y 5. Eliminación –vertedero- (Real Decreto 1481/2001, Directiva europea 2008/98/CE y la nueva Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos contaminados).

El marco normativo y de planificación establecido por la Comunidad Autónoma de Andalucía (Reglamento de Residuos de 1995, el nuevo Reglamento aprobado en marzo de 2012, el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía (PDTGRUA) de 1999, el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no peligrosos de Andalucía (PDTGRNP) 2010-19-, y la Ley 7/2007, de Gestión Integral de la Calidad Ambiental -Ley GICA-) adopta las definiciones y prioridades procedentes de la Unión Europea. Las competencias en la gestión de residuos están repartidas entre la Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente (Junta de Andalucía) y los Entes Locales.

La Comunidad Autónoma tiene competencia exclusiva en prevención ambiental y competencia compartida en materia de medio ambiente en relación con el establecimiento y regulación de los instrumentos de planificación ambiental, así como la regulación sobre prevención y corrección de la generación de residuos con origen y destino en Andalucía. Le corresponde a la Consejería entre otras competencias: fomentar la minimización de residuos, su reutilización y reciclaje, y valorización de los mismos previa eliminación; elaboración de programas autonómicos de prevención de residuos y los planes de gestión de residuos; la coordinación de actuaciones que se desarrollen en materia de gestión de residuos, además de la colaboración con las administraciones locales para el ejercicio de las competencias de gestión de residuos municipales; y el registro, vigilancia, inspección y sanción de las actividades e instalaciones de producción de residuos. Además es la responsable directa de los residuos no municipales (comerciales, industriales y agrícolas)[1].

La recogida y tratamiento de los residuos municipales[2], de acuerdo con el régimen local vigente e integrado por la Carta Europea de la Autonomía de 15 de octubre de 1985, Ley 5/2010 de 11 de Junio de Autonomía Local (que sustituye a la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local) y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, resuelven que es una competencia tradicional de los municipios, y que pueden prestar por sí solos o agrupados en entidades supramunicipales. Esta competencia es asumida en muchos casos por las Diputaciones, realizándose un gran esfuerzo por cumplir la normativa vigente.

Teniendo en cuenta, que la estrategia andaluza de sostenibilidad urbana (2007) en materia de residuos (siguiendo las directrices europeas) va encaminada a la

eliminación del vertedero como sistema de tratamiento, la dotación de otras infraestructuras de tratamiento se convierten en la pieza clave para cumplir dicho objetivo. Es destacable las actuaciones realizadas entre 1994 y 2010 por la Junta de Andalucía y las administraciones locales para erradicar el vertido incontrolado mediante la adaptación de los vertederos existentes a la normativa en materia de vertidos, la construcción de vertederos controlados para los materiales de rechazo (que se generen en las plantas de clasificación y compostaje), cierre de las instalaciones de incineración de residuos (sin recuperación de energía); así como de aquellas que no respeten los niveles de emisión de contaminantes establecidos, y sellado y recuperación de los vertederos incontrolados existentes.

No obstante, todavía hoy, los vertederos incontrolados representan un verdadero problema ambiental en las provincias andaluzas. Y sobre todo los residuos de construcción y demolición (RCD) ya que la mayoría de los vertederos incontrolados datados en los últimos años son de este tipo de residuos, en estrecha relación con el dinamismo del sector de la construcción en la pasada década. La generación de escombros y restos de obra se estima en el PDTGRUA en más de 12 millones de toneladas por año, lo que equivale a 5 kg/hab./día. Uno de los grandes retos en la actualidad es la gestión de esta gran cantidad de residuos que para nuestra región alcanzaría la cifra de 6.667.247 t, estimación realizada teniendo en cuenta la reducción de la actividad de la construcción y a una proporción de 2,2 kg por habitante. Además, debemos tener en cuenta que en la actualidad, cuando la actividad de la construcción ha disminuido, muchos solares en proyecto de urbanización son el lugar idóneo para convertirse en un vertedero incontrolado. A ello hay que sumar, la inexistencia de una política de inspección y control de residuos de los Ayuntamientos eficaz a efectos de impedir los vertidos incontrolados.

En este contexto, el estudio de los vertederos incontrolados en Andalucía es complicado y complejo porque no hay información consistente (inventarios, bases de datos, estadísticas oficiales,...). Los datos disponibles están muy dispersos tanto desde el punto de vista territorial como temporal; no son homogéneos ya que proceden de diferentes investigaciones realizadas para los planes de gestión de residuos (autonómicos y provinciales), los programas de sellado de vertederos incontrolados (provinciales y municipales), los planes de ordenación urbana a escala local, etc. La propia Consejería de Medioambiente, órgano competente en Andalucía para la gestión de residuos, no posee inventarios de vertederos incontrolados. Si bien, esta Consejería recoge y ofrece datos de sellados de vertederos incontrolados por lo que se deduce que aunque no se ha creado un registro exhaustivo de éstos, sí hay constancia de su existencia y de la necesidad de eliminación.

Por lo que se hace necesario de una parte, un estudio exhaustivo de identificación, localización y caracterización de los vertederos incontrolados en Andalucía que sirva de base para una correcta gestión de los residuos, su planificación territorial y ambiental con el fin de garantizar unos adecuados niveles de bienestar y calidad de vida a la población. Y de otra, conocer si los ayuntamientos tienen conciencia de la existencia de vertederos ilegales en sus respectivos términos municipales, disponen de sistemas de control y vigilancia, y están dispuestos a aplicar y cumplir con rigor la normativa vigente sobre la materia.

## Objetivos y aparato teórico

### Objetivos de la investigación

El objetivo de esta investigación es determinar y explicar los factores relacionados con la ubicación y caracterización de los vertederos incontrolados o ilegales en regiones mediterráneas europeas con un nivel de desarrollo medio (o regiones periféricas) mediante un análisis exploratorio y factorial, tomando como ejemplo el caso de Andalucía. Para conseguir este objetivo es necesario:

- Localizar e identificar las potenciales áreas de vertederos incontrolados en Andalucía.
- Seleccionar las variables de estudio que determinan la ubicación de los vertederos mediante revisión bibliográfica.
- Realizar un trabajo de campo para localizar los vertederos, tomar información y/o medir las variables.
- Complementar con fuentes estadísticas y entrevistas (a expertos y gestores sobre residuos) la información correspondiente a las variables.

### Marco Teórico

Según el Real Decreto 1481/2001 se define al vertedero como "instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en la superficie, por períodos de tiempo superior a un año en residuos no peligrosos y superior a seis meses para residuos peligrosos".

De acuerdo con este decreto, un vertedero es un almacenamiento con carácter definitivo de residuos en tierra, en el que se deben controlar y someter a seguimiento todos los aspectos ambientales al objeto de no afectar al entorno, o en todo caso, conseguir que los efectos ambientales sean mínimos. También estaría incluida la posibilidad de almacenamiento subterráneo, opción no utilizada para residuos urbanos. Es decir, los residuos almacenados deben haber sido sometidos a un tratamiento previo y sólo cabe eliminar en vertederos aquellos que no puedan ser aprovechados o reciclados (Sener *et al.* 2006). Sin embargo, una importante fracción (en ocasiones su totalidad) de los residuos generados en España y en los países mediterráneos terminan en vertederos, sea cual sea el sistema de tratamiento empleado (Garrido 2008). Y por lo tanto, el vertedero siempre es el último eslabón para todos los sistemas de tratamiento.

Esta definición nos lleva a diferenciar el concepto de vertedero controlado del incontrolado o ilegal. El primero hace referencia a un sistema final de tratamiento de los residuos (Directiva 1999/31/CE). Tras la aplicación de diferentes métodos de tratamiento y aprovechamiento de éstos quedan restos no utilizables, cuyo destino final es el vertedero. Se trata, pues, de una instalación dotada de sistemas adecuados para la minimización de posibles afecciones producidas por los residuos depositados en ella.

De esta manera, un vertedero controlado viene delimitado por una serie de características en relación a su naturaleza:

- Las exigencias legales indican de forma clara que la cantidad de residuos a verter deben minimizarse y restringirse a aquellos no aprovechables.
- Prohibición del vertido de residuos no tratados.
- Y utilización lógica del vertedero como receptor de cenizas tras el aprovechamiento energético de la fracción de residuos para los que se hayan agotado todas las posibilidades de reutilización y reciclado.

Desde el punto de vista legal, en España, el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, supone la transposición de la Directiva 1999/31/CE del Consejo (en adelante, RD 1481/2001), y precisa tres tipos de vertederos (inertes biodegradables o no, peligrosos y no peligrosos) e incluye medidas correctoras específicas para cada uno de ellos.

Sin embargo, el vertedero incontrolado o ilegal es más difícil de definir. Como su nombre indica se trata de depósitos de residuos en un área sin control por las autoridades competentes en la materia y no proceden de sistemas de tratamientos previos. Igualmente carecen de sistemas para reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente, paisaje y salud humana. Generalmente los vertederos incontrolados son de residuos inertes o RCD (PNIR 2008). En relación a su tamaño no hay consenso en cuanto a la diferenciación entre vertido y vertedero incontrolado. La Consejería de Medio Ambiente de Andalucía los considera vertedero cuando los vertidos tienen una extensión igual o superior a 2.000 m<sup>2</sup>.

La existencia de vertederos ilegales sigue siendo un problema en los países avanzados y periféricos de Europa; diversos estudios realizados en Alemania, Austria (Allgair y Stegman 2006), Irlanda (Doak *et al.* 2007), Francia (Biotto *et al.* 2009), Italia (Silvestri y Omri 2008), Rumanía (Apostol *et al.* 2011), Serbia (Vasiljevic *et al.* 2012), Macedonia (Gorsevski 2012), etc... demuestran esta situación. Por otra parte, las características de este tipo de vertederos están poco estudiadas y la mayoría de las investigaciones se centran en averiguar las variables idóneas para ubicar vertederos controlados con el objetivo de cumplir las directivas europeas sobre la no contaminación de las aguas (superficiales y subterráneas) y del suelo, y aquellas que hacen referencia a cualquier riesgo derivado a la salud humana.

Independientemente de los motivos por los que la población o las empresas arrojan vertidos en determinados lugares, la selección de factores (Directiva 1999/31/CE) que inciden sobre el impacto medioambiental, visual, paisajístico y sobre la salud humana en la localización de un vertedero ilegal son múltiples, complejos (Chang *et al.* 2008; Kontos *et al.* 2005) y requieren grandes volúmenes de datos biofísicos, ambientales y político-económico-sociales (Basnet *et al.* 2001) para estudiarlos. Entre ellos destacan los factores naturales (especialmente los lito-estructurales, las características sísmicas y la profundidad de la capa freática), los ambientales (Saaty 1980, Silvestri *et al.* 2009; Apostol *et al.* 2011), especialmente los relacionados con el medio ambiente biofísico y la ecología del entorno (Siddiqui *et al.* 1996). Los factores sociales incluyen la distancia del vertedero a los asentamientos, las densidades de población (Ersoy y Bulut 2009) y las consideraciones de la

oposición pública. Por último, los factores técnico-económicos (Mahini y Gholamalifard 2006; Guiqin *et al.* 2009) juegan un papel importante ya que las distancias a ríos, a zonas agrarias y a masas de agua y los rasgos relacionados con la propiedad de la tierra (Sener *et al.* 2010) son de crucial relevancia.

## Metodología

Esta investigación se ha efectuado con la información recopilada mediante trabajo de campo a una muestra representativa de 110 vertederos incontrolados, distribuidos por todo el territorio andaluz que, a su vez, se ha complementado con más datos procedentes de estadísticas oficiales. En realidad, este trabajo deriva de un contrato de I+D desarrollado por la empresa Ambisat (Madrid)[3] y por los autores de este artículo con el objetivo de generar una metodología que identificara áreas con probabilidad de presencia de vertederos incontrolados y estudiar sus características.

La metodología empleada en este artículo ha consistido en la realización de las siguientes fases de recolección de datos y análisis: i) identificación de vertederos ilegales mediante teledetección y fotointerpretación (fase llevada a cabo por la empresa Ambisat); ii) selección de variables para la recogida de información de vertederos incontrolados (etapa efectuada por los autores del artículo); iii) trabajo de campo para recoger información y validar una muestra representativa de vertederos ilegales que fueron identificados mediante teledetección y fotointerpretación (realizado por los autores del artículo). Información que a su vez se ha completado con otras fuentes estadísticas oficiales y con entrevistas a responsables o gestores de residuos urbanos (llevado a cabo por los autores del artículo); y iv) análisis multivariante y determinación de los factores de localización y caracterización de vertederos incontrolados (efectuado igualmente por los autores del artículo).

### Identificación de vertederos ilegales mediante teledetección y fotointerpretación

Las áreas potenciales de albergar vertederos incontrolados en Andalucía fueron previamente identificadas mediante análisis multitemporales sobre *imágenes de satélites y fotografía aérea* por la empresa Ambisat. El objetivo específico de esta fase fue obtener un registro completo de los posibles vertederos ilegales en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Para ello se ha seguido una metodología basada en el análisis espectral de las cubiertas mediante clasificaciones, identificando usos de suelo e índices espectrales de degradación asociados a los componentes superficiales del vertedero y discriminar posibles suelos degradados.

Se analizaron los resultados de todas las clasificaciones supervisadas que se realizaron empleando la cartografía SIOSE. Se determinó el tipo de clasificación más ajustada para la identificación de vertederos y su rango de fiabilidad mediante matrices de confusión y análisis de cambio. Para ello se emplearon imágenes multispectrales, de media-alta resolución y fotografía aérea apoyada en un nuevo índice de degradación de suelo determinado como resultado del vigor vegetal, la humedad de la vegetación y la respuesta del suelo, y ajustada mediante la evaluación de series temporales. La metodología ha sido aplicada a toda la Comunidad Autónoma Andaluza utilizando datos de los satélites Landsat y SPOT (acorde a las normas internacionales de información geográfica utilizando los principios de INSPIRE, compartida entre múltiples administraciones y accesible a usuarios e integrada en las infraestructuras de datos espaciales como la de Andalucía), y fotografía aérea. En cuanto a las primeras, se ha trabajado con una cobertura de imágenes SPOT por año que completa Andalucía, desde 2006, a través del Plan Nacional de Teledetección (PNT) con la información espectral contenida en 5 bandas: 1 banda pancromática y 4 bandas multispectrales: verde, rojo, infrarrojo cercano e infrarrojo medio. En cuanto a las fotografías aéreas empleadas, proceden del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, PNOA que corresponden a vuelos realizados entre 2004 y 2009.

La caracterización de las zonas de vertederos implica generalmente el análisis de medidas de la composición de un gran número de materiales superficiales que cubren espacialmente pequeñas superficies. Los efectos de la contaminación del suelo sobre la vegetación, la acumulación de materiales exógenos al entorno y la presencia de suelos desnudos, queda reflejada en la información radiométrica de dichas cubiertas en la imagen de satélite. A partir de las respuestas espectrales de los píxeles extraídos de emplazamientos de vertederos conocidos se ha construido un índice de degradación de suelos NDSOI (índice normalizado de ocupación del suelo) previa una clasificación y segmentación de las imágenes satélite con una aproximación multicriterio. Ello ha permitido definir vertederos ilegales potenciales que son susceptibles de acoger zonas de acumulación de materiales de desecho. Finalmente, mediante la cartografía digital y fotografías aéreas y su análisis con un Sistema de Información Geográfica (SIG) se han descartado aquellos emplazamientos iniciales susceptibles de estar albergando vertederos que no cumplan unos requisitos establecidos como estándares para vertederos ya existentes.

El análisis de la distribución geográfica de los vertederos ilegales detectados mediante la teledetección y las fotografías aéreas se ha cruzado con diversa cartografía y registros históricos y fotografías aéreas de variables, tales como la distancia a la red de carreteras, núcleos, densidad de población, índice de ruralidad, etc. que nos ha permitido seleccionar la localización más probable de sitios reales con vertederos entre los candidatos identificados mediante la teledetección. Esos lugares son los espacios que se han validado posteriormente mediante visitas al campo, las cuales ayudaron no sólo a identificar los vertederos reales entre los sitios propuestos, sino también a estudiar sus características recogiendo información a pie de campo para su posterior análisis.

De acuerdo con los datos suministrados por Ambisat se han identificado 738 posibles áreas de vertederos en Andalucía, los cuales se distribuyen geográficamente de la siguiente manera (cuadro 1):

**Cuadro 1.**  
**Vertederos por provincia**

Provincia	Nº de vertederos
Almería	209
Cádiz	40
Córdoba	83
Granada	67
Huelva	123
Jaén	81
Málaga	62
Sevilla	73
Andalucía	738

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos suministrados por Ambisat, 2012.

### Selección de variables que definen la ubicación y caracterización de los vertederos incontrolados

Para identificar los factores que definen el modelo territorial para los vertederos incontrolados es necesario incluir en el análisis multivariante todas aquellas variables relacionadas con su ubicación y caracterización. La falta de inventarios actualizados sistemáticamente y datos concretos sobre los vertederos incontrolados en Andalucía hace difícil no sólo cuantificar y localizar los emplazamientos existentes en nuestro territorio, sino sobre todo el contar con información fiable de las variables relacionadas con la identificación, localización y caracterización de dichos vertederos. En las diferentes actuaciones realizadas sobre estos emplazamientos, los ayuntamientos, consorcios de gestión de residuos, diputaciones provinciales y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía apenas ofrecen información que permita llevar a cabo este tipo de estudios. Los escasos datos de la existencia y localización de los vertederos incontrolados provienen del Plan Regional y de los diferentes planes provinciales de gestión de residuos, principalmente, de construcción y de demolición y planes de sellado de vertederos incontrolados.

En consecuencia, las conclusiones que hemos obtenido de esos estudios e informes sobre localización y caracterización de los vertederos incontrolados en Andalucía

son parciales, la metodología y los datos no están homogeneizados, y por lo tanto hay que tomarlas con cautela. Así, de dichos documentos se deduce que en todos los municipios andaluces podrían tener al menos un vertedero incontrolado de residuos urbanos y/o RCDs, (por lo que el número de vertederos incontrolados alcanzaría como mínimo 770) y se señalan algunas variables a tener en cuenta:

- En cuanto al medio físico en el que se dan, los vertederos se ubican cerca de cursos de agua superficiales y en laderas de cierta pendiente. En un gran número de casos próximos a entornos forestales y de interés ecológico (parques naturales, humedales).
- Para aquellas relacionadas con la localización y entorno de los vertederos, la mayoría de ellos se sitúan junto al casco urbano (menos de 2 km), son de fácil acceso (por camino o carretera) y de alta visibilidad.
- En cuanto a sus características, tienen una extensión superficial inferior a 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>); en ellos predominan los residuos procedentes de la demolición y construcción (RCD), y también hay de otros tipos de vertidos, incluso peligrosos; y tienen un alto impacto paisajístico y medioambiental.

En este mismo sentido, las referencias bibliográficas consultadas recomiendan incorporar multitud de variables para identificar los probables emplazamientos de vertederos incontrolados ya que la determinación de su ubicación es, a menudo, un proceso difícil y complejo que requiere de muchos criterios y factores, que a su vez, demandan grandes volúmenes de datos de diferente naturaleza: físicos, ambientales y/o ecológicos, económicos, sociopolíticos, etc. (Chang *et al.* 2008; Basnet *et al.* 2001). De ahí que, en la mayoría de los trabajos sobre vertederos sea necesario combinar múltiples técnicas de tratamiento de datos que permitan integrar información territorial diversa, unas de naturaleza espacial, otras de carácter temático-geográfica que, además, proceden de diferentes fuentes (teledetección, SIG, cartografía, bases de datos oficiales, trabajo de campo, entrevistas-encuestas, análisis estadísticos, etc.). Por ello, debido a la naturaleza multivariante que determinan la identificación, localización y caracterización de los vertederos incontrolados, pensamos que es necesario partir de la selección de un conjunto de variables suficientemente amplio y diverso que facilite obtener un conjunto de factores territoriales representativos.

Diversos autores (Akbari *et al.* 2008, Sener *et al.* 2011 y 2006, Kontos *et al.* 2005) señalan que para identificar los factores que juegan un papel importante en la determinación de áreas probables de ubicación de vertederos incontrolados es necesario tener en cuenta una serie de variables que se pueden agrupar en tres grandes tipos:

- Geofísicas, como las relacionadas con los aspectos geomorfológicos, litoestructurales, vegetación, pendientes, hidrología (cursos de aguas, aguas subterráneas), tipos de uso del suelo, las áreas protegidas, etc.
- De gestión y actividad, que tienen que ver con el entorno de los vertederos, como la accesibilidad y visibilidad de los vertederos, o las características y tipo de residuos.
- Socioeconómicas, como población residente, renta, infraestructuras viarias, actividades económicas, etc.

Por otra parte, las entrevistas realizadas a expertos técnicos en materia de gestión de residuos y el trabajo de campo efectuado aconsejaron incluir nuevos tipos de variables que consideran otros posibles requisitos determinantes de la ubicación de los vertederos incontrolados de los que, al no estar definidas en las diferentes directivas sobre vertederos de la UE, nacionales o regionales, no existen datos estadísticos. Es el caso de medidas de distancia que precisen la “proximidad” física de dichos vertederos a diferentes elementos geográficos de su entorno, y que pueden jugar un papel explicativo en la aparición de los mismos por causas asociadas a la falta de sensibilidad y/o conciencia ambiental de la población y de los responsables políticos. En este sentido, Apostol y Mihai (2011) y Sener *et al.* (2011), apuntan algunas de estas entidades territoriales a tener en cuenta como son las zonas urbanas, áreas residenciales e industriales, infraestructuras físicas y vías de comunicación, etc. Igualmente, consideramos importante añadir algunas referencias a la naturaleza catastral del lugar donde se encuentra el vertedero localizado.

Ahora bien, no existen datos de la mayoría de estas variables en las estadísticas disponibles por lo que ha sido necesario acudir a diversas fuentes. En el cuadro 2 se expone la relación de variables que hemos empleado en esta investigación, indicando con un número el origen de los datos. Las fuentes empleadas han sido:

1. Trabajo de campo y entrevistas.
2. Sistema Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.
3. Información catastral, Dirección general del Catastro, Ministerio de Economía y Hacienda.
4. Datos Espaciales de Andalucía (DEA100) para escalas intermedias, Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía.
5. Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), Consejería de Medio Ambiente.
6. Sistema de Información del Agua Subterránea (SIAS), IGME, Ministerio de Ciencia e Innovación.

A partir de las coberturas del DEA100 y SIAS se calcularon las distancias de cada uno de los vertederos incontrolados a diferentes tipos de infraestructuras viarias, a cursos de agua, acuíferos, instalaciones industriales, núcleos de población, zonas urbanas y espacios verdes.

**Cuadro 2.**  
**Variables empleadas por grupos y fuentes de información**

A. Situación y emplazamiento físico	Fuente
• Municipio donde se ubica el vertedero	1
• Provincia donde se ubica el vertedero	1
• Superficie del vertedero(m <sup>2</sup> )	1
• Altitud en metros del vertedero	1
• Coordenadas x e y del vertedero	1
• Geomorfología (Categorías: Abanicos aluviales, Albufera colmatada, Bad lands y cárcavas, Cerros y colinas cónicas, Colinas en piedemonte, Colinas sobre lutitas y yesos, Colinas sobre rocas, Colinas y lomas de disección, Deslizamientos y soliflucción, Escombreras y suelos alterados, Glacis de cobertura conservado, Glacis de cobertura disectado, Lecho fluvial y llanura de inundación, Llanura aluvial, Llanuras y lomas, Marisma alta, Morfología de glacis, Plataformas karstificadas, Rambla, Rañas y glacis terraza, Relieves tabulares disectados, Relieves tabulares mono y acinales, Sierras en rocas intrusivas, Sierras sobre pizarras, Superficie de erosión, Terraza en general, Terrazas marinas)	1/5
• Nº de vertederos incontrolados por municipio	1
• Fisiografía (Categorías: Bad lands y cárcavas, Cerros con fuerte influencia estructural, Colinas con escasa influencia estructural, Colinas con moderada influencia estructural, Colinas, cerros y superficies de erosión, Formas artificiales antrópicas, Formas asociadas a coluvión, Formas de abrasión, Formas mareales, Glacis y formas asociadas, Lomas y llanuras, Modelado de vertientes, Modelado kárstico superficial, Relieves montañosos endógenos, Relieves montañosos metamórficos, Relieves tabulares mono y acinales, Terrazas, Vegas y llanuras de inundación)	1
• Litología (Categorías: Arcillas y arenas rojas, Arcillas y margas, Arcillas, areniscas, yesos y calizas, Arenas y margas, Arenas, margas y arcillas, Arenas, margas, yesos y calizas, Calcarenititas, margas, yesos y calizas, Calizas y dolomías, Calizas, pizarras y cuarcitas, Conglomerados, arenas y arcillas, Conglomerados, arenas y calizas, Filitas y cuarcitas, Formación culm, Granitos de dos micas, Margas, areniscas y silicitas)	1
• Hidrología	1
• Aguas subterráneas	1/6

• Pendiente (%)	1
• Uso del suelo (Categorías: Arbolado denso de eucaliptos, Espacio con vegetación escasa, Herbáceos en regadío, Herbáceos en regadío con olivares, Herbáceos en secano, Herbáceos en secano con matorral, Herbáceos en secano con vegetación, Herbáceos en secano con viñedos, Industrial con herbáceos en regadío, Industrial con herbáceos en secano, Industrial con pastizal y herbáceos, Industrial con servicios y comunicaciones, Industrial con vegetación escasa, Matorral con quercíneas, Matorral denso, Matorral disperso, Matorral frondoso, Minas, vertederos y construcción, Mosaicos de cultivo con matorral, Mosaicos de cultivo con vegetación, Mosaicos de cultivo en regadío, Mosaicos de cultivo herbáceos, Núcleos urbanos, Núcleos urbanos y herbáceos, Núcleos urbanos y matorral, Núcleos urbanos y pastizales, Núcleos urbanos y urbanizaciones, Núcleos urbanos y vegetación, Olivares, Otros leñosos en secano, Pastizales, Pastizales con matorral frondoso, Pastizales con vegetación escasa, Vegetación escasa, Vegetación escasa y matorral, Viñedos y vegetación escasa)	1
<b>B. Tipos de residuos</b>	
• Residuos de construcción y demolición	1
• Actividades mineras y extractivas	1
• Residuos urbanos	1
• Neumáticos fuera de uso	1
• Vehículos fuera de uso	1
• Residuos plásticos agrícolas	1
• Residuos industriales	1
<b>C. Gestión, actividad y accesibilidad</b>	
• Controlado	1
• Incontrolado	1
• Sellado	1
• En servicio	1
• Inactivo	1
• En ejecución	1
• Tipo de acceso	1
• Vallado	1
• Control de acceso	1
• Grado de accesibilidad	1
• Tiempo dedicado a inspeccionar por los Ayuntamientos en horas/día	1
<b>D. Entorno</b>	
• Visibilidad	1
• Proximidad a núcleo urbano	1/4
• Proximidad a cabecera municipal	1/4
• Proximidad a núcleo secundario	1/4
• Proximidad a urbanización	1/4
• Proximidad a autovía o autopista	1/4
• Proximidad a carretera	1/4
• Proximidad a camino	1/4
• Proximidad a vía pecuaria	1/4
• Proximidad a viario urbano	1/4
• Proximidad a entorno natural protegido	1/4
• Proximidad a zona verde	1/4
• Proximidad a río o arroyo	1/4
• Proximidad a aguas subterráneas	6
<b>E. Socioeconómicas</b>	
• Población municipal	2
• Extensión superficial del municipio	2
• Densidad de población	2
• Tipo municipio según población	2
• Rentas netas declaradas municipio (toneladas por año)	2
• Cantidad residuos urbanos del municipio	2/5
• Residuos urbanos: destino	2/5
• Instalaciones de gestión de residuos controlados	2/5
• Mancomunidad o consorcio responsable de la gestión de la instalación de residuos controlados	2/5

• I.B.I. De naturaleza urbana municipio (valor catastral)	2
• I.B.I. De naturaleza urbana municipio (cuota)	2
• Número de establecimientos económicos según CNAE (Sección B: Industrias extractivas; Sección C: Industria manufacturera; Sección D: Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; Sección E: Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación; Sección F: Construcción ; Sección G: Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas; Sección H: Transporte y almacenamiento; Sección I: Hostelería; Sección J: Información y comunicaciones; Sección K: Actividades financieras y de seguros; Sección L: Actividades inmobiliarias; Sección M: Actividades profesionales, científicas y técnicas; Sección N: Actividades administrativas y servicios auxiliares; Sección P: Educación ; Sección Q: Actividades sanitarias y de servicios sociales; Sección R: Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento; Sección S: Otros servicios).	2
• Número de sociedades mercantiles creadas por sector de actividad (AGRICUL: Agricultura; INDYENE: Industria y energía; CONSTRU: Construcción; SERVIC: Servicios; SINCLAS: Sin clasificar;	2
<b>F. Catastro</b>	
• Clase del bien inmueble	3
• Uso del bien inmueble	3
• Tipo de finca donde se ubica el inmueble	3
• Clase de cultivo predominante	3
Fuente: elaboración propia.	

### Trabajo de campo en una muestra representativa vertederos ilegales

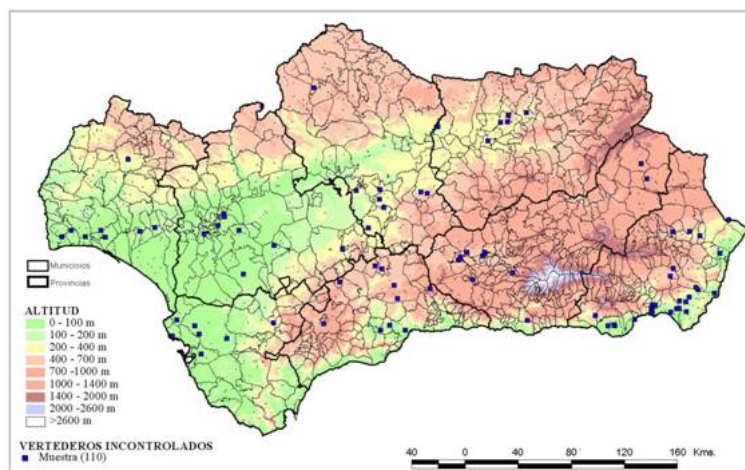
Como se observa en el cuadro 2 la mayoría de las variables que estimamos adecuadas para el estudio de la identificación, localización y caracterización de los vertederos incontrolados en Andalucía no existen en fuentes indirectas de datos por lo que la opción fue obtener esta información de forma directa a través de trabajo de campo.

Para ello se hizo necesario calcular una muestra representativa de los vertederos incontrolados en Andalucía a partir la distribución provincial de dichos emplazamientos en toda Andalucía que se recogió en el cuadro 1. La selección de los vertederos de la muestra se hizo de forma aleatoria entre el total de emplazamientos detectados por teledetección. El número de vertederos de dicha muestra ascendió a 110, los cuales se distribuyen de la siguiente manera (cuadro 3 y figura 1):

**Cuadro 3.**  
**Muestra de Vertederos a partir de datos por provincia**

Provincia	Total general	Muestra
	Nº vertederos	Nº vertederos
Almería	209	31
Cádiz	40	5
Córdoba	83	12
Granada	67	9
Huelva	123	18
Jaén	81	12
Málaga	62	9
Sevilla	73	10
Andalucía	738	110

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 1. Vertederos Incontrolados en Andalucía.**

Fuente: Elaboración propia.

El trabajo de campo tenía un doble objetivo: identificar y validar sobre el terreno las características de los 110 vertederos incontrolados de la muestra recogiendo en una ficha para cada uno de esos emplazamientos todas las variables apuntadas además de obtener imágenes de referencia o fotografías sobre el terreno.

A partir de esta información, y con los datos obtenidos del resto de las fuentes se elaboró una base de datos compuesta por 78 variables, así como una ficha para cada uno de los 110 registros.

### *Análisis estadístico para la determinación de los factores de localización y caracterización de vertederos incontrolados*

Para estudiar las características que definen la identificación, localización, características que determina la presencia de vertederos incontrolados en Andalucía se ha construido una base de datos y se han realizado dos tipos de análisis estadísticos: primero, uno de tipo exploratorio; y, en función de éste, se ha aplicado el análisis factorial y cuyos resultados se detallan en el siguiente epígrafe. Para desarrollar ambos análisis hemos empleado la hoja de cálculo Excel del paquete Microsoft Office versión 10 y el paquete estadístico SPSS versión 18.

## **Identificación de amplia variedad de factores del territorio relacionados con la probabilidad de presencia de un vertedero incontrolado**

### *Análisis Exploratorio*

Los vertederos incontrolados de la muestra se encuentran principalmente sobre terrenos con una alta proporción de calizas dado que se localizan principalmente en el ámbito de las Béticas (sobre todo Subbéticas y litoral mediterráneo - 81,8% de ellos-) permitiendo esta litología la filtración de aguas (34,71%). El resto de vertederos (18,2%) se ubican sobre material de carácter detrítico (conglomerados, arenas y arcilla, el 40%) y en zonas con materiales mucho más impermeables como margas, arcillas y otros (26%). En general, sólo el 12% se emplazan sobre sustrato muy impermeable (granito, filitas y cuarcitas, arcillas muy puras). Desde el punto de vista geomorfológico, los vertederos se sitúan sobre una topografía de ondulación suave (21,59% en colinas y cerros, 20,45% en glaciares) o llana (32% de ellos en terrazas, llanuras, vegas, formaciones fluvio-mareales, etc), a menos de un kilómetro de distancia de un curso de agua (77,27%); lo que implica que éstos se emplacen en lugares de reducida pendiente (2,27% de media). De la localización geomorfológica y litológica de los vertederos incontrolados, se deduce que éstos pueden tener un impacto muy negativo sobre el medio ambiente y la salud humana ya que la permeabilidad del suelo genera lixiviados que contaminan las aguas superficiales y subterráneas.

A ello se une que la Andalucía detrítica y caliza por la calidad de sus suelos y la topografía suave concentra la mayor parte de la población y de la actividad productiva (agraria, construcción y turismo), y por lo tanto el mayor número de vertederos incontrolados. Se trata de la depresión del Guadalquivir, el litoral y las Subbéticas en contraposición a Sierra Morena, con suelos impermeables de clara vocación forestal y muy despoblada. De hecho son las zonas de montaña y de alto valor ecológico las que tienen menos vertederos incontrolados, detectándose una correlación negativa entre el número de éstos y su presencia en espacios protegidos (Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía –RENPA-). Se trata de los ecosistemas más representativos de Andalucía que gozan de un régimen especial de protección en virtud de normativa autonómica, estatal, comunitaria, e internacional (Parques Nacionales, Parques Naturales, Parques Periurbanos, Parajes Naturales, Reservas Naturales Concertadas, ZIC, Reservas de la Biosfera, Sitios Ramsar, Geoparques). Por lo que se deduce que la política medioambiental de la Junta de Andalucía así como la labor de la fiscalía de medio ambiente ha sido eficaz en la prevención y control de los vertederos incontrolados.

Respecto a la accesibilidad y el entorno cabe señalar que un 85,23% de los vertederos tienen un acceso fácil: a través de caminos (28,2%), carreteras (39,1%) y tramas urbanas (32,7%). Aquellos que se ubican en áreas urbanas se localizan en zonas industriales (51,14%) y en suelos sin edificar (23,86%). Sin embargo, los que se hallan alejados del núcleo urbano se sitúan en suelo rústico (60,23%), principalmente en zonas de uso agrario (60,23%), y sólo un 7,07% en terreno improductivo. La mayor parte de los vertederos se encuentran activos (87,73%) aunque no sellados, no disponen de cerramiento (53,6%) ni de vigilancia (78,41%) y presentan una alta visibilidad (93,18%), es decir, se localizan en primer término (de 0 a 500 mts.).

La presencia de vertedero incontrolado en la región es un fenómeno que se da más en suelo rústico de uso agrario, pero no cultivado, en donde hay menos controles (vigilancia) por las autoridades competentes así como menor visibilidad por parte de la población de acuerdo con el síndrome Nimby, concepto que tiene una clara componente geográfica definida por la distancia como factor de rechazo. En las zonas urbanas los vertederos se localizan en áreas alejadas del núcleo urbano, en áreas marginales (donde tampoco existe mucho control por parte de la administración municipal y la población no tiene conciencia ambiental) situándose en determinados polígonos industriales y en solares sin edificar, en la mayoría de los casos no construidos por el impacto de la crisis inmobiliaria. Estos impactos tienen más significación en los municipios de mayor extensión debido a que tienen una deuda económica mayor y no les es posible poner en marcha un sistema de vigilancia continua. De hecho, algunos de estos vertederos no tienen actualmente actividad alguna, pero tampoco se han sellado o eliminado, lo que muestra la inexistencia de una buena gestión ya sea por las autoridades locales o por la propia Junta de Andalucía en el caso de vertidos de su competencia (RCD de obras mayores, neumáticos fuera de uso, electrodomésticos, etc.).

Así, los factores político-administrativos también concurren a la hora de explicar la existencia o no de vertederos incontrolados; según las entrevistas realizadas hemos deducido que existe una descoordinación entre la Junta de Andalucía encargada de la legislación y planificación y los ayuntamientos que tiene las competencias en la gestión de los residuos domiciliarios. Por otra parte, la Junta de Andalucía no ha implementado una política punitiva de control de residuos municipales. En Alemania y Japón por ejemplo, los ayuntamientos han logrado eliminar o disminuir el número de vertederos ilegales mediante la puesta en marcha de políticas punitivas y fiscales (pagos altos por la basura que se genera) y con campañas educativas de concienciación ambiental. En España, apenas se realizan campañas educativas a este respecto y sólo tenemos constancia de que Cataluña grave los residuos municipales. En cambio si nos atenemos a los inertes y/o RCD, han sido las CCAA de Madrid, Murcia y Cataluña las que aplican una política punitiva en este tipo de residuos.

En cuanto al tipo de residuos predominantes en los vertederos analizados cabe señalar que prevalecen los RCD (60%) y los urbanos (35 %); sin embargo los vertederos especializados en actividades mineras y extractivas, neumáticos fuera de uso, residuos plásticos agrícolas e industriales son excepcionales (5%). Entre los impactos ambientales que pueden provocar los RCD está la contaminación de suelos y acuíferos, el deterioro paisajístico, aparte de la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables. En el caso de los residuos urbanos (orgánicos e inertes) se une el mal olor, humos y cenizas de incendios, etc. Esta grave situación debe corregirse, con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible de nuestros municipios y por tanto del territorio andaluz.

Por una parte, el predominio de residuos de RCD, es resultado no sólo del dinamismo del sector de la construcción y la actividad inmobiliaria en la década pasada, sino también de la inexistencia de una normativa que los regulase. De hecho, a la insuficiente prevención de la producción de residuos en origen se unió el escaso reciclado de los que se generan, por falta de infraestructuras, pero sobre todo por el coste. Con la publicación del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición (RCD) se elabora la primera norma básica sobre este tipo de residuos, reclamada por todos los sectores afectados; y establece los requisitos mínimos de su producción y gestión, al objeto de promover su prevención, reutilización, reciclado, valorización y el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación. Para ello se impone una fianza o garantía financiera equivalente por parte de la persona o entidad productora, y unas obligaciones tanto al productor como al poseedor en aras de una buena gestión.

De las anteriores obligaciones se excluye a los productores y poseedores de residuos de construcción y demolición en obras menores de construcción y reparación domiciliaria, ya que tienen la consideración jurídica de residuo urbano (“basuras”) y estarán, por ello, sujetos a los requisitos que establezcan las entidades locales en sus respectivas ordenanzas municipales. Pero, y a pesar del esfuerzo realizado a nivel autonómico, provincial y municipal por la mejora de la gestión y aprovechamiento de los residuos municipales, encontramos con bastante frecuencia en determinados municipios vertidos que se convierten en vertederos incontrolados.

Este hecho, aparte de la escasa concienciación de parte de la ciudadanía, del peligro medioambiental y sobre la salud humana que tiene este tipo de residuos, está en clara relación con: a) las infraestructuras disponibles de recogida de basuras (puntos limpios, carros de recogida de basura dispuestos equilibradamente a lo largo y extenso del municipio, recogida selectiva, etc.) (Figueiredo 2012); b) con los problemas económicos de la hacienda municipal española, y en particular la andaluza, ya que la partida de gastos de gestión y tratamiento de basuras es la más alta de todas y la mayor parte de nuestros municipios están endeudados. Además, muchos de ellos son reacios a crear consorcios o mancomunidades de gestión y tratamiento que abaraten los costes y permitan conseguir las suficientes economías de escala para tener las infraestructuras adecuadas y las campañas de concienciación necesarias para eliminar este tipo de conductas (Casals 2006).

Por último, la presencia de vertedero incontrolado muestra una relación positiva con el nivel de desarrollo económico del municipio y su tamaño demográfico. Más del 53% de los vertederos se emplazan en ciudades entre 10.000 y 100.000 habitantes (44,07% de la población andaluza en 2011) y sólo un tercio de ellos en núcleos de menos de 10.000 habitantes (20 % de la población, el 64% del territorio y con términos municipales con una extensión superficial media de 90 Km<sup>2</sup>

frente a los 101 Km<sup>2</sup> de la media en Andalucía). Por otra, el 56% de los vertederos se localizan en municipios con rentas netas declaradas superiores a la media andaluza (casi 76 millones).

### Análisis Factorial

De acuerdo con la metodología y el aparato teórico expuesto se aplicó la técnica del Análisis Factorial a fin de determinar las interrelaciones entre variables. Para la identificación de una amplia variedad de factores seleccionamos las variables más importantes a través de análisis de correlación múltiple con el criterio de correlación de +/- 0,60 de acuerdo con el tamaño de la muestra (110). De la aplicación de esta técnica obtuvimos 35 variables muy interrelacionadas de un total de las 78 iniciales (cuadro 4).

**Cuadro 4.**  
**Variables más correlacionadas**

Nº_vert inc	Nº de vertederos incontrolados en el municipio
Em_geom	Geomorfología
Em_lito	Litología
Ext_munic	Extensión municipio
Ext_sup vert	Extensión polígono vertedero
Altitud	Altitud
Tp_inspec	Tiempo dedicado a inspeccionar por los Ayuntamientos en horas/día
Res_red	Residuos de construcción y demolición
Res_ru	Residuos urbanos
Ac_ctrl	Control de acceso
Ac_grado	Grado de accesibilidad
En_visi	Entorno visibilidad
En_pnu	Proximidad a núcleo urbano
Cat_clase	Clase de bien inmueble
Cat_uso	Uso del bien inmueble
Cat_finca	Tipo de finca donde se ubica el inmueble
Cat_cultivo	Clase de cultivo predominante
Pob_2010	Población municipal 2010
Renta_08	Rentas netas declaradas municipio (año 2008)
Ru_cant_2008	Cantidad residuos urbanos 2008 del municipio
Ibi_valor_2009	I.B.I. de naturaleza urbana municipio (valor catastral año 2009)
Cantidad	Cantidad total de residuos de las instalaciones de recogida
D_rio	Distancia a río o arroyo (curso de agua)
D_auto	Distancia a autovía o autopista
D_ctr	Distancia a carretera
D_cami	Distancia a camino
D_viar	Distancia a viario urbano
D_cabec	Distancia a cabecera municipal
D_urban	Distancia a urbanización
D_indus	Distancia a zona industrial
D_verde	Distancia a zona verde
Sme_agricul_2010	Número de sociedades mercantiles creadas en el sector agrario en el municipio 2010
Industria	Establecimientos del sector industrial por municipio 2010
Servicios	Establecimientos del sector de actividad servicios por municipio 2010
Est_f_2010	Establecimientos del sector de actividad construcción por municipios 2010
Fuente: Elaboración propia.	

Para efectuar el análisis factorial (AF) utilizamos el paquete estadístico SPSS, versión 18. Se hicieron numerosas pruebas hasta obtener unos factores que cumplieren con todos los requisitos necesarios para que los resultados de este análisis fueran válidos:

- El determinante de la matriz de correlaciones tiene que ser inferior a 0 (cuanto más pequeño más interrelacionadas están las variables).
- La prueba de KMO (las correlaciones parciales deben ser muy pequeñas) tiene que ser igual o superior a 0,7.
- Las comunalidades de las variables introducidas en AF convienen que sean igual o superiores a 0,65 (según el tamaño de la muestra). De forma que cuanto mayor es la comunalidad mayor relación tiene esa variable con las demás.
- La varianza total explicada por el conjunto de los factores correspondientes al modelo factorial debe ser igual o superior al 60% (en el caso del estudio de hechos socioeconómicos).
- Las cargas factoriales de los últimos factores interesa que sean altas para que éstas sean significativas.

De todos los análisis factoriales efectuados el que mejor cumplía los requisitos señalados fue el que ofreció 9 factores (variables complejas)[4], el cual explica el 76,88 por ciento de la varianza total, resultando una comunalidad[5] alta para casi todas las variables. Se utilizó el método de extracción de factores de análisis de componentes principales y para la rotación empleamos el método quartimax con Kaiser, resultando un KMO[6] de 0.736. El determinante es igual a 1,41E-019 (cuadros 5 y 6). A continuación se explican los 9 componentes (cuadro 7) que indican los factores del territorio relacionados con mayor probabilidad de presencia de un vertedero:

El Factor 1 significa el 27,97% de la varianza total y estaría formado por 10 variables principalmente de tipo socioeconómico y que hacen referencia al municipio donde se localizan los vertederos incontrolados. Las variables comprendidas en este factor serían: población 2010, renta per cápita 2008, número de establecimientos del sector servicios 2010, nº de establecimientos de la construcción 2010, cantidad de residuos totales del municipio (2010), valor del impuesto IBI (2009), número de establecimientos industriales 2008, cantidad de residuos urbanos 2008, sociedades mercantiles agrícolas 2010, tiempo dedicado a la inspección del término municipal por parte de los Ayuntamientos y la extensión superficial del polígono del vertedero. Podemos denominar este factor como "socioeconómico" y se debe de interpretar: a mayor nivel socioeconómico del municipio mayor probabilidad de presencia de vertederos incontrolados y mayor extensión de éstos, no siendo el tiempo dedicado a la inspección del término municipal por parte de los ayuntamientos adecuado.

El segundo factor engloba el 13,94% de la varianza total y agrupa a variables que relacionan la presencia de vertederos incontrolados con la distinta información de naturaleza catastral referente a esa localización: uso del bien inmueble, clase del cultivo predominante (en sentido negativo), clase del bien inmueble y tipo de finca (rústica, urbana) donde se ubica el inmueble. Este factor indica que la probabilidad de presencia de vertedero incontrolado aumenta en aquellas fincas de suelo rústico, de uso agrario que no poseen clasificación de la categoría de finca; y disminuye en zonas sin cultivos correspondientes a suelo urbano. Por tanto, podríamos denominarlo factor "catastral".



El tercer factor supone el 7,2% de la varianza total y viene determinado por las variables distancia a viario urbano, distancia a cabecera municipal y proximidad a núcleo urbano. Cuando un vertedero está próximo al viario de un núcleo urbano lo más probable es que éste se corresponda con la cabecera municipal y que quede lejos de otras entidades de población del municipio. Este factor lo llamamos "proximidad a cabecera municipal".

El cuarto factor significa el 6,06% de la varianza total y comprende cuatro variables: número de vertederos incontrolados a escala municipal, extensión municipal, existencia de residuos urbanos y/o residuos de construcción y demolición. Existe una mayor probabilidad de que se incremente el número de vertederos ilegales y los residuos de tipo urbano y de construcción y demolición (frente al resto de clases de residuos) en aquellos municipios de mayor extensión. Este factor indica "tipo de residuo predominante en los vertederos incontrolados y número de estos últimos".

El quinto factor supone el 5,25% de la varianza total y engloba a tres variables sobre la gestión y accesibilidad de los vertederos: grado de accesibilidad, control de acceso y grado de visibilidad. Los vertederos que tienen mayor grado de visibilidad suelen ser de fácil acceso porque están sin vigilancia. Este es un factor de "gestión y accesibilidad" de los vertederos incontrolados.

El sexto factor aporta el 5,01% de la varianza total, incluye dos variables de distancia, distancia a autovía o autopista y distancia a zona industrial. Según los datos, este factor indica que los vertederos incontrolados se encuentran "lejos de las autovías/autopistas y de las zonas industriales".

El factor siete engloba el 4,23% de la varianza total e incluye dos categorías del medio geográfico (geomorfología y litología) que caracterizan el emplazamiento de los posibles vertederos incontrolados. Este factor significa que existe una alta probabilidad de que los vertederos se encuentren sobre materiales calizos y detríticos, principalmente sobre colinas, glaciares y en terrazas. Se podría denominar a este factor "litología-geomorfología".

El factor ocho explica el 4% del total de la varianza y contempla tres variables: distancia a carretera, distancia a zona verde y distancia camino. Según este componente, existe una mayor probabilidad de que los vertederos incontrolados se ubiquen cerca de las carreteras, alejados de zonas verdes (incluyendo los espacios protegidos) y de los caminos. Este factor significa "proximidad a carreteras".

El factor nueve supone el 3,23% de la varianza total y tiene que ver con tres variables: altitud, distancia a urbanización y a cursos agua. Este indica que cuanto mayor es la distancia a una urbanización y a un curso de agua menor es la probabilidad de encontrar un vertedero incontrolado y mayor altitud hay sobre el terreno. Se le podría llamar "proximidad a urbanización y a curso de agua".

Estos 9 factores (que suman el 76,89% de la varianza total) aglutinan a las 34 variables más correlacionadas (de las 78 seleccionadas) con los rasgos territoriales que definen la presencia de vertederos incontrolados. En función del análisis factorial, el peso de cada uno de los 9 factores viene determinado por el porcentaje de la varianza total explicada que aporta cada uno (Cuadro 6).

**Cuadro 5.**  
**KMO y prueba de Bartlett**

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,736
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	3277,19
	gl	496
	Sig.	,000
Método de extracción: Análisis de Componentes principales.		
Fuente: Elaboración propia.		

**Cuadro 6.**  
**Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales	Sumas de las saturaciones alcuadrado de la extracción	Suma de las saturaciones alcuadrado de la rotación
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	8,95	27,97	27,97
2	4,46	13,937	41,907
3	2,304	7,199	49,106
4	1,938	6,058	55,164
5	1,679	5,246	60,409
6	1,604	5,013	65,422
7	1,353	4,229	69,651
8	1,281	4,002	73,653
9	1,035	3,235	76,888
10	0,909	2,841	79,728
11	0,83	2,594	82,322
12	0,757	2,365	84,687
13	0,691	2,159	86,846
14	0,674	2,105	88,951
15	0,643	2,010	90,961
16	0,487	1,521	92,482
17	0,43	1,344	93,826
18	0,392	1,225	95,051
19	0,321	1,029	96,08
20	0,288	0,898	96,978
21	0,230	0,736	97,715
22	0,202	0,631	98,346
23	0,179	0,566	98,912
24	0,113	0,352	99,264
25	0,100	0,318	99,582
26	0,053	0,164	99,746
27	0,042	0,133	99,879
28	0,022	0,007	99,949
29	0,012	0,035	99,981
30	0,008	0,025	99,991
31	0,006	0,020	99,992
32	0,004	0,013	99,994
33	0,003	0,011	99,999
34	0,001	0,009	100,000

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.  
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 7.**  
**Matriz de componentes rotados**

	Componente								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pob_2010	.991								
Renta_08	.987								
Servicios	.985								
Est_f_2010	.983								
Cantidad	.978								
Ibi_valor_2009	.977								
Industria	.951								
Ru_cant_2008	.940								
Ext sup vert	.790								
Tpinspec	.764								
Smc_agricul_2010	.590								
Cat_uso		.919							
Cat_cultivo		-.865							
Cat_clase		.864							
Cat_finca		.838							
D_viar			.846						
D_cabec			.754						
En_pnu			-.708						
Res_rcd				.811					
Res_ru				.758					
Nº vert inc				.720					
Ext_munic				.699					
En_visi					.815				
Ac_grado					.724				
Ac_ctrl					.723				
D_auto						.885			
D_indus						.750			
Em_lito							.877		
Em_geom							.795		
D_ctra								-.818	
D_verde								.718	
D_cami								.675	
D_urban									.799
D_rio									.734
Altitud									.603
Método de extracción: Análisis de componentes principales.									
Método de rotación: Normalización Quartimax con Kaiser.									
La rotación ha convergido en 8 iteraciones.									
Fuente: Elaboración propia.									

## Conclusiones y discusión

La prolija legislación y planificación sobre gestión de residuos y su eliminación mediante vertederos (europea, nacional y autonómica) no ha conseguido suprimir los vertidos incontrolados en Andalucía, quizás por falta de coordinación y cooperación entre los distintos niveles administrativos; todavía perviven dificultades para cumplir las ordenanzas municipales sobre la materia, apenas existe una política sancionadora que penalice el incumplimiento de la normativa vigente y los ayuntamientos no han puesto en marcha una política preventiva.

Por otra parte, no existen estudios sistemáticos e información homogénea sobre la localización y características de los vertederos incontrolados en Andalucía. Si bien, su existencia está contrastada por diversas fuentes (planes de sellado, planes de gestión de residuos provinciales, Decreto sobre RCD, etc.), en momentos puntuales y utilizando metodologías diferentes. Estos mismos problemas subsisten en otros países de Europa central y mediterránea; de hecho, en España no está oficializado el concepto de vertedero ilegal o incontrolado, confundiendo con el de vertido ilegal. En consecuencia, es muy difícil disponer de información precisa sobre la población actual de vertederos ilegales y su localización concreta a escala municipal, puesto que no existen inventarios actualizados sistemáticamente en las estadísticas oficiales.

Conocer la localización y las causas que provocan el origen de los vertederos incontrolados, así como sus características requiere emplear una metodología que use varias herramientas de análisis: teledetección, análisis estadístico y SIGs. Como hemos expuesto anteriormente, la teledetección es un buen punto de partida para desarrollar una metodología a fin de identificar las áreas con mayor probabilidad de aparición de vertederos pero, sin embargo, no es suficiente por sí misma, ya que las zonas de vertidos se caracterizan por tener una respuesta espectral ambigua y no todas las áreas que define esta herramienta como vertedero son tales (debido a que muestran una gran heterogeneidad en su composición y su respuesta espectral se ve afectada por la dispersión espacial de los residuos). De hecho, en nuestra investigación hemos comprobado que el error puede llegar al 30% de las áreas localizadas como vertedero.

Para corregir los resultados de la teledetección se debe recurrir a la realización de trabajo de campo, empleando éste como método idóneo para validar la localización de los vertederos ilegales. Además, este procedimiento permite recoger datos de forma directa sobre las características de estos emplazamientos ante la falta de información y datos estadísticos. Gracias al trabajo de campo se han podido obtener datos sobre muchas variables de diferente naturaleza a cerca de la localización, identificación y características de los vertederos incontrolados.

Los resultados de esta investigación demuestran que una metodología apropiada para tratar el amplio volumen de variables obtenidas mediante el trabajo de campo y otras fuentes, es comenzar con un análisis exploratorio y aplicar, posteriormente, una estadística multivariante. Ello posibilita comprender la estructura y la intensidad de las relaciones entre las variables de diferente naturaleza (medio físico, entorno, socioeconómicas, etc.) al objeto de describir y caracterizar los vertederos incontrolados a través de la información suministrada por todos los ítems de forma simultánea (análisis factorial).

Las correlaciones y el análisis factorial son técnicas estadísticas muy eficaces para identificar los factores que caracterizan a los vertederos a fin de seleccionar aquellas variables territoriales que muestran una adecuada correlación con la presencia de vertedero y diferenciar, en este caso los ítems más significativos a escala

regional y local para estudiar los vertederos ilegales. Los resultados del análisis factorial determinan las características territoriales (factores) de las posibles áreas de vertederos incontrolados en Andalucía que trasladado a un sistema de información geográfica (SIG) definen la ubicación concreta de esas áreas a partir de los factores previamente hallados (análisis factorial). De esta forma el SIG muestra la localización de las áreas susceptibles de ubicar vertederos incontrolados en Andalucía, cuestión que es abordada en otro artículo pendiente de publicación. La mayoría de los factores que caracterizan a los vertederos ilegales tienen componentes territoriales o geográficos (71,64% de la varianza explicada), pudiéndose representar geográficamente y calcular las áreas de mayor probabilidad de existencia de vertedero ilegal.

La aplicación de la metodología basada en la realización de trabajo sobre el terreno y el análisis exploratorio a los vertederos incontrolados de Andalucía nos muestra que:

- Sólo el 12% de ellos se ubican sobre sustrato impermeable, lo cual impediría la existencia de lixiviados que contaminen las aguas superficiales y subterráneas. Por el contrario, podemos afirmar que hay un riesgo de contaminación alto para el territorio andaluz y la salud humana.
- La mayor parte de ellos se trata de residuos RCD, resultado de la deficiente gestión que se ha hecho de este tipo de residuos hasta 2008, y especialmente durante el periodo expansivo del sector de la construcción. La presencia (aunque en un porcentaje menor que los anteriores) de vertederos incontrolados de “basuras” de competencia municipal (residuos municipales de materia orgánica e inertes procedentes de obras menores) en las afueras de los núcleos de población nos delata las dificultades o el desinterés de los ayuntamientos por el control y la vigilancia de estos vertederos.
- Gran parte de los vertederos ilegales se hallan alejados del núcleo urbano situándose en suelo rústico (60,23%), principalmente en zonas de uso agrario (60,23%), y sólo un 7,07% en terreno improductivo.
- A escala municipal, existe correlación positiva entre el número de vertederos, la renta, la extensión del municipio y el tamaño demográfico en correspondencia con la especialización funcional del territorio andaluz. Las ciudades medias andaluzas del litoral y/o de ámbitos metropolitanos han experimentado en las últimas décadas un gran crecimiento demográfico y económico asociado a la agricultura intensiva, el sector de la construcción, turismo o la industria de media-alta tecnología.

Por lo tanto, las conclusiones del análisis exploratorio y del trabajo de campo muestran las variables más relacionadas con la ubicación de los vertederos y su caracterización. El análisis factorial nos ha permitido avanzar más; de hecho a través de esta técnica hemos conocido la estructura de los datos y el peso de cada grupo de las variables interrelacionadas o factores (9) a partir de la varianza total explicada (76,89%). Estos factores definen la estructura o peso de las variables a la hora de explicar la distribución de los vertederos ilegales en el territorio andaluz a escala regional y local en base a sus características socioeconómicas y a la concienciación ambiental de sus habitantes y de sus instituciones de gobierno (fact 2, 4 y 6). De esta forma según el análisis factorial, el emplazamiento de los vertederos ilegales se rige a escala regional por criterios socioeconómicos fundamentalmente, en el sentido de que surgen en aquellos espacios altamente urbanizados, de elevada renta, densamente poblados, dinámicos económicamente y asociados a la gran expansión que ha tenido el poblamiento difuso junto con el sector de la construcción, sobre todo en la segunda mitad de la década pasada (fact1 que supone el 27,97% de la varianza total); detectándose a través de las entrevistas realizadas que el tiempo dedicado por parte de los Ayuntamientos a inspeccionar es escaso, existiendo además, dificultades para el control y/o vigilancia de los vertidos y vertederos ilegales en Andalucía (facts 1 y 5). En contraposición, se da una rara presencia de vertederos ilegales en los espacios naturales protegidos (fact8) lo que demuestra la eficacia de la política medioambiental de la Junta de Andalucía así como la labor la fiscalía de medio ambiente en los espacios protegidos de la Comunidad Autónoma.

A escala local, el análisis factorial explica que la ubicación de los vertederos ilegales (véase Figura 2 en la que se detalla la situación de los emplazamientos de los vertederos en los municipios de Almería y Níjar) está en función de las desigualdades sociales y el nivel de concienciación ambiental de los ciudadanos y ayuntamientos. La eficiencia en la gestión de los residuos urbanos está en clara relación con el nivel de desarrollo de los municipios, pero sobre todo con la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental en sus estrategias de desarrollo y con el volumen de recursos financieros de los ayuntamientos. Las causas principales que explican la proliferación de vertederos ilegales son variadas, y se resumen en las siguientes dimensiones: a) económica por la escasez de recursos de las haciendas locales para disponer de los equipamientos e infraestructuras necesarios de recogida selectiva de basuras y de su reciclaje; así como de sistemas de vigilancia continuo, sobre todo en aquellos municipios de gran extensión en los que pudieran predominar urbanizaciones y chalets alejados del límite urbano (fact 1, 5, 4 y 9); b) social y ambiental ya que el nivel de concienciación ambiental de los ciudadanos y de las instituciones de gobierno municipales explica las pautas de localización de los vertederos. Éstos surgen en espacios o territorios de escasa visibilidad para la mayor parte de la población, manifestándose por tanto dejación de las autoridades locales a la hora de emprender acciones para eliminar este comportamiento. Los vertidos se realizan en terrenos de uso agrario no cultivado (fact2, 3 y 6), debido a la facilidad existente para volcar y verter residuos en estas zonas, especialmente en los municipios de gran extensión superficial (fact4); y por lo tanto, se hallan en zonas alejadas del casco urbano, de autopistas y zonas industriales. Además, desde el punto de vista ambiental, se identifica que la presencia de vertederos está ligada a suelos calizos y detríticos muy permeables donde se pueden dar problemas de contaminación de aguas subterráneas y superficiales (fact7 con el 4,23% de la varianza total explicada).

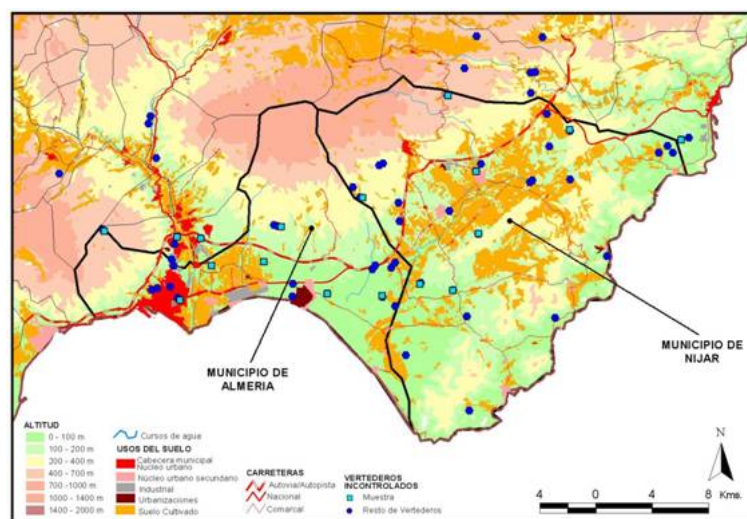


Figura 2. Vertederos incontrolados en los Municipios de Almería y Níjar.

Fuente: Elaboración propia.

Así, según las entrevistas realizadas, en las zonas de poblamiento difuso, en los sectores centrales de las grandes aglomeraciones y/o en núcleos de renta media y alta, se percibe por parte de sus habitantes e instituciones una mayor concienciación ambiental inducida por el interés de mantener el valor catastral de los inmuebles, la calidad de vida y la imagen marca del municipio, por lo que apenas aparecen vertederos ilegales. Sin embargo en las zonas urbanas marginales, de los municipios límites de las coronas metropolitanas, se da una mayor predisposición a la aparición de vertederos ilegales. Por lo tanto las cuestiones sociales y culturales favorecen su aparición. Por otra, todavía hoy, y a pesar de la implantación de políticas punitivas (sobre todo en los RCD), por parte de los ayuntamientos se detecta permisividad a la hora de aplicar la ley. Por el contrario, en países como Alemania y Japón, los ayuntamientos han logrado eliminar o disminuir el número de vertederos ilegales mediante la puesta en marcha de políticas punitivas y fiscales (pagos altos por la basura que se genera) y mediante campañas educativas de concienciación ambiental.

Así pues, a través del análisis exploratorio y factorial podemos determinar que las características de mayor relevancia para definir los factores de localización de los vertederos incontrolados se derivan principalmente de los rasgos socioeconómicos del territorio (representan el 27,97% de la varianza total). Pero sobre todo se detecta una falta de sensibilidad ambiental sobre esta materia en la sociedad. Por lo tanto, en el futuro, habrá que seguir investigando para detectar más variables a escala municipal que expliquen las causas de la falta de concienciación ambiental (relación entre zonas y barrios marginales y vertederos ilegales, repercusión de la aplicación de políticas punitivas, campañas educativas, etc.) al objeto de diseñar una herramienta que localice los vertederos, los caracterice y sea útil para el diseño de políticas de prevención en aras de un desarrollo sostenible del territorio.

## Notas

[1] En particular serán residuos no municipales, entre otros (Reglamento de Residuos de Andalucía, 2012):

- 1.º Los neumáticos fuera de uso (NFU) que no estén en posesión del usuario o propietario del vehículo que los utiliza.
- 2.º Los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en las obras mayores.
- 3.º Los lodos residuales de depuración.
- 4.º Los vehículos al final de su vida útil (VVFU).
- 5.º Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) no domésticos.
- 6.º Los residuos sanitarios de los grupos III, IV y V definidos en el artículo 109.
- 7.º Los residuos producidos en explotaciones agrícolas y en particular, los plásticos agrícolas

[2] Residuos municipales: aquellos cuya gestión es de competencia municipal en los términos regulados en las ordenanzas locales y en la normativa básica estatal y autonómica en la materia.

Tendrán la consideración de residuos municipales (Reglamento de Residuos de Andalucía, 2012):

- 1.º Residuos domésticos generados en los hogares.
- 2.º Residuos domésticos procedentes de actividades comerciales y del resto de actividades del sector servicios, similares a los anteriores por su naturaleza y composición.
- 3.º Residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.
- 4.º Asimismo, podrán tener la consideración de residuos municipales, los domésticos procedentes de actividades industriales y los comerciales no peligrosos, cuando así se recoja expresamente en las ordenanzas municipales y en los términos en ellas indicados y sin perjuicio de que los productores de estos residuos puedan gestionarlos por sí mismos en los términos previstos en el artículo 17.3 de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

[3] Este trabajo de investigación es resultado de un contrato de I+D llevado a cabo por los miembros firmantes del artículo y la empresa AMBISAT (Madrid) denominado proyecto VERTEL: la teledetección como herramienta de identificación de vertederos. Financiado por la Corporación andaluza de Tecnología (CTA) 2011-2012.

[4] Con la realización del análisis factorial se ha tratado de conseguir el número máximo de factores para obtener el mayor número de variables relacionadas con la localización y caracterización de los vertederos incontrolados.

[5] Cuando se aplica este método la comunalidad de extracción inicial de cada variable es igual a 1 ya que se consideran todos los componentes o factores incluyendo la unicidad. No hace distinción entre varianza única y común. El primer factor explica la mayor parte de la varianza total; el segundo explicaría la mayor parte de la varianza restante.

[6] Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) compara la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial. Debe tomar un valor próximo a 1. Los menores de 0,5 indican que no debe emplearse el AF con los datos muestrales empleados.

## Bibliografía

- AKBARI, V., RAJABI, MA., CHAVOSHI, R. y SHAMS R. Landfill site selection by combining gis and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 2008, vol. 3, nº 1, p.39-47.
- ALLGAIER, G. and STEGMANN, R. Old landfills in the focus of the urban land management. In *Workshop on landfill reclamation and remediation technologies*, 7-9. June 2006, International Waste Working Group and University of Padova - Ed. (Cagliari, Italy: CISA Environmental Sanitary Centre).
- ANTUNES, P., SANTOS, R. y JORDAO, L. The application of Geographical Information Systems to determine environmental impact significance. *Environmental Impact Assessment Review*, 2001, vol. 21, p. 511-535.
- APOSTOL, L. y MIHAL, F. The process of closing down rural landfills. Case Study: Neamt County. *Presente Environment and sustainable*, 2001, vol. 5, nº 2, p. 25-41.
- BASNET, B., APAN, A. y RAINE, R. Selecting Suitable Sites for Animal Waste Application Using a Raster GIS. *Environmental Management*, 2001, vol. 28, nº 4, p. 519-531.
- BIOTTO, G., SILVESTRI, S., GOBBO, L., FURLAN, E., VALENTI S. y ROSSELLI, R. GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills, *International Journal of Geographical Information Science*, 2009, vol. 2, nº.10, p. 1233-1244.
- CASALS, V. L'evolució general de les polítiques sobre residus municipals a Catalunya. *Biblio 3W. Revista Bibliogràfica de Geografia y Ciencias Sociales*, 2006, vol. 11, nº 636. <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-636.htm>>. [28 de junio de 2012].
- CHALKIAS, C.N. y STOURNARAS, G. GIS application for the selection of sanitary waste disposal landfills and quarry sites in major Sparti area, Greece. In MARINOS, K., TSIAMBAOS, S. (eds.). *Engineering geology and the environment*. Rotterdam: Balkema, 2006.
- CHANG, N., PARVATHINATHANB, G. y BREEDEN, JB. Combining GIS with fuzzy multi criteria decision making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management*, 2008, vol. 87, p. 139-153.
- DOAK, M., KHAN, S., KELLY, G. and SILVESTRI, S. The use of remote sensing to map illegal landfills at the border of Ireland/Northern Ireland. *Proceedings of 11th International Waste Management and Landfill Symposium*, 1-5 October 2007, Sardinia, Italy - Ed. CISA Environmental Sanitary Centre, Cagliari, Italy, p. 747-748.
- EL-FADEL M., FINDIKAKIS A.N. y LECKIE J.O. Environmental Impacts of solid wastelandfilling. *Journal of Environmental Management*, 1997, vol. 50, p. 1-25.
- ERSOY H. y BULUT F. Spatial and multi-criteria decision analyses-based methodology for landfill site selection in growing urban regions. *Waste Management and Research*, 2009, vol. 27, nº 5, p. 489-500.
- FIGUEIREDO, F. Similitudes na gestao dos residuos sólidos urbanos em países centrais e periféricos. *Biblio 3W. Revista Bibliogràfica de Geografia y Ciencias Sociales*, 2012, vol. XVII, nº 975. <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-975.htm>>. [28 de junio de 2012].
- GARRIDO, E.: *Metodología de Diagnóstico Ambiental de Vertedero, adaptación para su informatización utilizando técnicas difusas y su aplicación en vertederos en Andalucía*. Granada: Universidad de Granada, 2008. 156 p.

- GORSEVSKIA, P., DONEVSKA, K., MITROVSKIC, D. y FRIZADO, P. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. *Waste Management*, Volume 32, 2012, vol. 2, p. 287-296.
- GUIQIN, W., LI, Q., GUOXUE, L. y LIJUN, C. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 90, p. 214-242.
- KONTOS, TD., KOMILIS, DP. y HALVADAKIS CP. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste Management*, 2005, vol. 25, p. 818-832.
- LEE, S. Evaluation of waste disposal site using the DRASTIC system in Southern Korea. *Environmental Geology*, 2003, vol. 44, p.654-664.
- MAHINI, AS. y GHOLAMALIFARD, M. Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment. *International Journal of Environmental Science Technology*, 2006, vol. 3, n°4, p.435-445.
- SENER, B., SÜZEN, ML. y DOYURAN, V. Landfill site selection by using geographic information systems. *Environmental Geology*, 2006, vol. 49, p.376-388.
- SENER, S., SENER, E. y KARAGÜZEL. Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkentâ Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2011, vol. 173, n° 1, p. 533-554.
- SENER, S., SENER, E., NAS, B. y KARAGÜZEL, R. Combining AHP with GIS for landfill site selection: a case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Management*, 2010, vol. 30, p. 2037-2046.
- SIDDIQUI, M., EVERETT, J. y VIEUX, B. Landfill siting using geographic information systems: a demonstration. *Journal of Environmental Engineering*, 1996, vol. 122, n° 6, p.515-552.
- SILVESTRI, S. y OMRI, M., A. method for the remote sensing identification of uncontrolled landfills: formulation and validation. *International Journal of Remote Sensing*, 2008, vol. 29, n° 4, p. 975-989.
- VASILJEVIĆ, T., SRDJEVIĆ, Z., BAJČETIĆ, R. y MILORADOV, M. GIS and the Analytic Hierarchy Process for Regional Landfill Site Selection in Transitional Countries: A Case Study From Serbia. *Environmental Management*, 2012, vol. 49, n° 2, p. 445-458. <<http://www.springerlink.com/content/p334215m07877313/fulltext.html>>. [28 de junio de 2012].

## Legislación y planes

### Unión europea

Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.

Directiva 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

### España

Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local.

Carta Europea de la Autonomía Local de 15 de octubre de 1985.

RD 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Gobierno de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008): Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015.

Real Decreto 105/ 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición (RCD).

Gobierno de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008): Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

### Comunidad Autónoma de Andalucía

Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Junta de Andalucía Consejería de Medio Ambiente (1999): El Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía 1999-2008 (PDTGRUA).

Junta de Andalucía (2004): Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible (Ley GICA).

Ley 7/2007, de 9 julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente (2011): el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía (PDTGRNP) 2010-2019.

Junta de Andalucía (2004): Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible.

Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

© Copyright Rosa Jordá Borrell, Francisca Ruiz Rodríguez y Ángel Luis Lucendo Monedero, 2013.

© Copyright *Scripta Nova*, 2013.

Edición electrónica del texto realizada por [Jenniffer Thiers](#).

### Ficha bibliográfica:

JORDÁ BORRELL, Rosa; FRANCISCA RUIZ RODRÍGUEZ y ÁNGEL LUIS LUCENDO MONEDERO. Factores territoriales de localización y caracterización de los vertederos incontrolados en Andalucía. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 10 de abril de 2013, vol. XVII, n° 435. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-435.htm>>. [ISSN: 1138-9788].



[Índice de Scripta Nova](#)

[Menú principal](#)