



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

## **Estudio de la aplicabilidad ambiental del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE).**

Autor: Santiago Ormeño Villajos

Institución: Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: [santiago.ormeno@upm.es](mailto:santiago.ormeno@upm.es)

Otros Autores: Antonio Arozarena Villar (IGN); José Fábrega Golpe (UPM); Juan José Peces Morera (IGN); Marcos Palomo Arroyo (UPM); Jose Ignacio Nieto Sánchez (UPM); M<sup>a</sup> Ángeles Benito Saz (IGN); Rafael Espejo Serrano (UPM); Vicente Gómez Miguel (UPM); Chiquinquirá Hontoria Fernández (UPM); Joaquín Alberto Rincón Ramírez (becario CONACYT, Colegio de postgraduados, México)

## RESUMEN

La presente comunicación es consecuencia de la investigación llevada a cabo en el proyecto 'Aplicabilidad SIOSE', desarrollado entre la Universidad Politécnica de Madrid y el Instituto Geográfico Nacional.

El objeto de este proyecto ha sido estudiar y demostrar el alcance potencial del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE), fundamentalmente en los campos ambiental y agroforestal, para extraer información temática diversa. Con el referido fin, se han diseñado y optimizado modelos procesales y estructuras de datos, que permitan obtener y gestionar la información necesaria, de manera eficiente y automatizada. Los modelos correspondientes se han aplicado al cálculo de indicadores o variables como pueden ser clases nominales de ocupación y documentos dasimétricos o de coropletas de diferentes tipos.

Se concluye que la utilidad promedio general de SIOSE, en la estimación de indicadores ambientales, es de media a media-alta en función del nivel de aprovechamiento de la información.

**Palabras Clave:** Ocupación de suelo, SIOSE, indicadores ambientales.

## 1. Antecedentes

El primer antecedente a este proyecto tiene la referencia de laTel I y II, los cuales concluyeron que, a partir de bases documentales de la ocupación del suelo, es posible obtener una cierta variedad de indicadores ambientales normalizados.

El objeto de este proyecto, fue estudiar y demostrar el alcance potencial del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE), en los campos ambiental, agroforestal, urbano, gestión territorial, etc., mediante el análisis del mismo para extraer información temática diversa (cambio climático, desertificación, estudio y control de bosques, incendios forestales, gestión de recursos naturales, estudio de cultivos hidrología, expansión urbana, etc.). Para este fin, se desarrollaron modelos procesales y estructuras de datos que permiten obtener la información necesaria mediante análisis SIG y fuentes auxiliares (variables biofísicas, MDT, etc.), de manera eficiente y automatizada.

## 2. Objetivos

- Analizar la estructura actual del modelo de datos SIOSE así como su información.
- Diseñar metodologías, para extraer los datos necesarios del SIOSE.
- Analizar la información auxiliar necesaria para completar la proporcionada por el SIOSE.
- Diseñar modelos procesales que permitan la obtención de documentos temáticos.

## 3. Análisis de la información de la estructura de datos de SIOSE

El Modelo de Datos de SIOSE describe los objetos, atributos, relaciones, reglas de consistencia, estructura y filosofía de los datos geográficos digitales vectoriales del Sistema de Ocupación del Suelo en España. Dicho Modelo de Datos se basa en la definición de dos entidades fundamentales: el polígono y la cobertura. Se considera estático, en el sentido de que admite actualizaciones pero no gestiona la información histórica, además de tramitar la distribución de nuevas versiones en la forma “*sólo cambios*”.

En general, las características principales del modelo relacional de la Base de Datos SIOSE son:

1. Cada clase se representa mediante una tabla distinta en el modelo relacional.
2. Existe un tesoro para cada uno de los conjuntos de valores asignables a los atributos de las clases de cobertura.
3. El modelo relacional es fácilmente ampliable, por lo que es posible la inclusión de información adicional en futuras revisiones.
4. La unidad espacial básica es el polígono, el cual se corresponde con un área cuya cobertura puede ser considerada bien como homogénea o como una mezcla de coberturas simples. Es la única entidad con geometría explícitamente considerada y definida por un conjunto de arcos que la limitan.
5. El tamaño mínimo de los polígonos depende de su cobertura.

| <b>Cobertura</b>  | <b>Superficie mínima (Ha)</b> |
|---|-------------------------------|
| Superficies artificiales y láminas de agua                          | 1.0                           |
| Cultivos  | 2.0                           |
| Cultivos forzados, coberturas húmedas, playas, vegetación de ribera | 0.5                           |
| Resto de áreas de vegetación natural                                | 2.0                           |

6. Además de la cobertura, el modelo de datos SIOSE permite la asignación de uno o más usos con algunas particularidades. La cobertura de un polígono ocupa siempre el 100% del mismo, sin embargo, el uso puede diferir de este valor.

#### **4. Especificación de los parámetros ambientales abordables desde SIOSE en las áreas temáticas de interés**

En el presente estudio se consideran cuatro áreas temáticas de interés, en referencia a las cuales se obtuvieron aquellas variables a cuya obtención pudiese contribuir la información contenida en SIOSE. Dichas áreas temáticas y los temas considerados son:

1. Cambio climático.
  - Ciclo del carbono.
2. Calidad de suelos.
  - Desertificación.
  - Degradación de suelos.
3. Indicadores ambientales.
  - Bosques.
  - Incendios.
  - Recursos naturales.
  - Expansión urbana.
  - Agricultura.
4. Documentos dasimétricos y de coropletas.

Para una mejor integración del análisis con los diferentes parámetros ambientales que manejan los distintos ministerios y comunidades autónomas, fue necesario considerar las variables utilizadas por dichas administraciones y así, determinar en cuales de ellas tiene aplicación la información contenida en SIOSE.

Algunas de las variables seleccionadas fueron:

- *Contenido de carbono orgánico en ecosistemas vegetales.*
- *Sumideros de carbono.*
- *Perdida de suelo (USLE-RUSLE-CORINE-Soil Erosion Risk).*
- *Cambios en la ocupación del suelo.*
- *Superficies urbanizadas.*
- *Superficie de cultivos anuales y permanentes.*

El proceso de selección de estas variables se realizó en función de su posible dependencia de la ocupación del suelo.

## **5. Diseño de modelos procesales para la obtención de documentos temáticos a partir de SIOSE**

Una vez determinados aquellos indicadores o variables en los cuales SIOSE puede aportar alguna información para su cálculo, se desarrollaron modelos procesales para la obtención de los mismos y los correspondientes documentos temáticos.

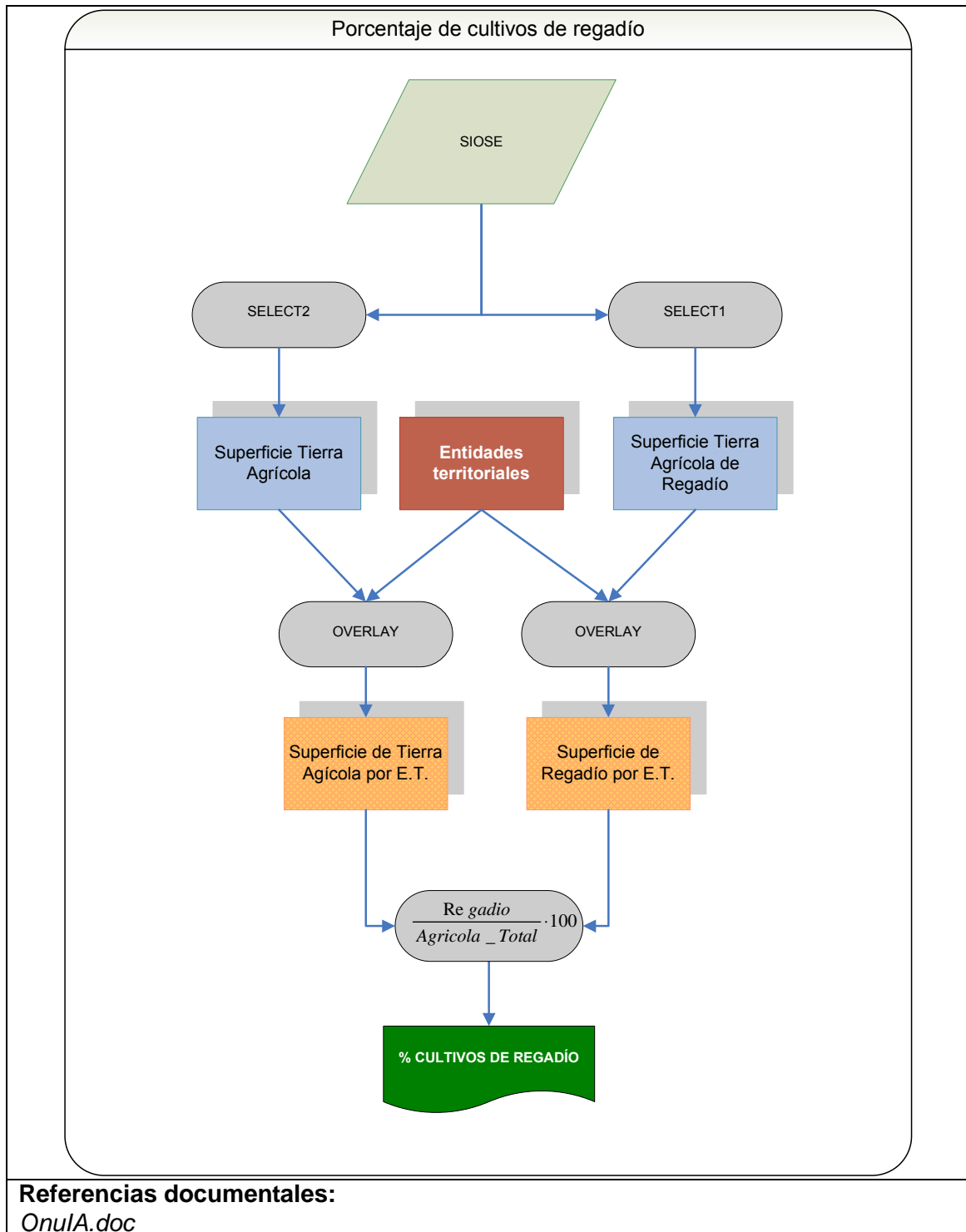
Estos modelos se componen de un listado de variables SIOSE necesarias para su desarrollo, variables externas complementarias, una breve descripción del modelo procesal, tipo de documento obtenido y un diagrama de flujo donde se esquematizan los procesos del modelo (ver tabla1).

Se realizaron los siguientes modelos:

- Evolución de la Superficie Dedicada a Invernaderos (TCI)
- Porcentaje de cultivos de regadío (ONU)
- Superficie de Cultivos Anuales y Permanentes (ONU)
- Superficie de cultivos de regadío (BPIA)
- Tasa de suelo agrícola de regadío (Ind. Med.)
- Áreas Potenciales a ser Sumideros de Carbono
- Contenido de carbono orgánico en suelo
- Diferencias en contenido de carbono orgánico en ecosistemas
- Cambio en la Superficie Forestal (ONU)
- Superficie Forestal (Ind. Med.)
- Superficie Forestal como Porcentaje de la Superficie Total (ONU)
- Superficie Forestal por Tipo de Especie (TCI)
- Pérdida de suelo, Modelo CORINE
- Pérdida de suelo, modelo RUSLE
- Pérdida de suelo, modelo USLE
- Costa Desnaturalizada (TCI)
- Superficie Urbanizada (OSE)
- Superficie Urbanizada en el Litoral (OSE)

*Tabla 1 Modelo procesal para estimar el porcentaje de cultivos de regadío (ONU)*

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Área Temática:</b><br><i>Indicadores Ambientales</i>  | <b>Tema:</b><br><i>Aprovechamiento Agrícola</i> | <b>Variable:</b><br><i>Porcentaje de cultivos de regadío (ONU)</i> |
| <b>VARIABLES SIOSE NECESARIAS:</b><br><i>Cultivos: Cultivos Herbáceos (CS), Cultivos Leñosos (CS), Prados (CS)</i><br><i>Flag: 'Regadío'=1</i>   |   |  |
| <b>VARIABLES EXTERNAS COMPLEMENTARIAS:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Entidades territoriales</i></li> </ul>   |   |  |
| <p><b>DESCRIPCIÓN DEL MODELO PROCESAL:</b><br/> <i>En SIOSE se le asigna el atributo de Regadío a todas aquellas áreas de cultivos a las que se le ha realizado un aporte de agua o bien existen infraestructuras permanentes de riego. Por otro lado, el atributo Regadío no Regado se le asigna a superficies que poseen las infraestructuras de riego permanentes pero que en el momento de la toma de foto el cultivo no está presente.</i><br/> <i>El procedimiento a seguir parte de SIOSE, del cual se extrae la información necesaria realizando dos consultas distintas.</i><br/> <i>Selección1: Cultivos herbáceos, Cultivos leñosos y prados, todos con el 'flag' de Regadío activado (Regadío = '1').</i><br/> <i>Selección2: Cultivos herbáceos, Cultivos leñosos y prados, todos con el 'flag' de Regadío desactivado (Regadío = '0').</i><br/> <i>A partir de la primera consulta se obtendrá la Superficie de Tierra Agrícola de Regadío que después será superpuesta con la capa de entidades territoriales a la que se desee referenciar el indicador: términos municipales, provincias, comunidades... Por otro lado de la segunda consulta se obtendrá la Superficie de Tierra Agrícola que se someterá al mismo proceso que la anterior.</i><br/> <i>Una vez obtenidas ambas superficies se puede calcular el porcentaje que representa la Superficie de Cultivos de Regadío respecto de la Superficie Total Agrícola.</i></p> <p><b>Documento final a entregar:</b><br/> <i>Mapa en formato vectorial, escala 1:25.000</i></p> |   |  |



Otros ejemplos de modelos diseñados se exponen en las siguientes figuras.

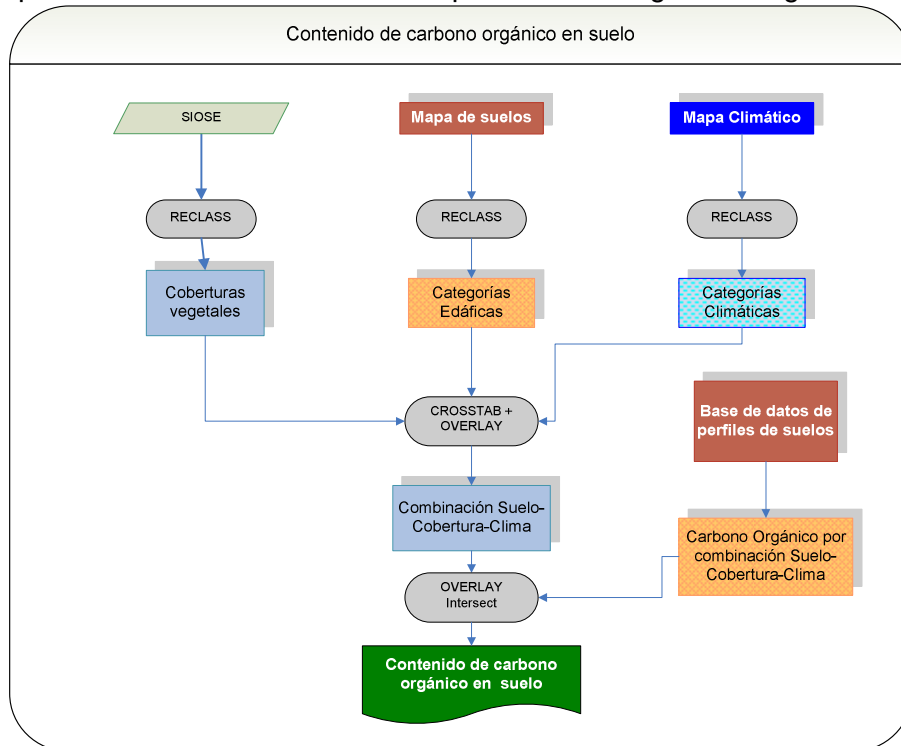


Figura 1. Diagrama de flujo para la estimación del contenido de carbono orgánico en suelo.

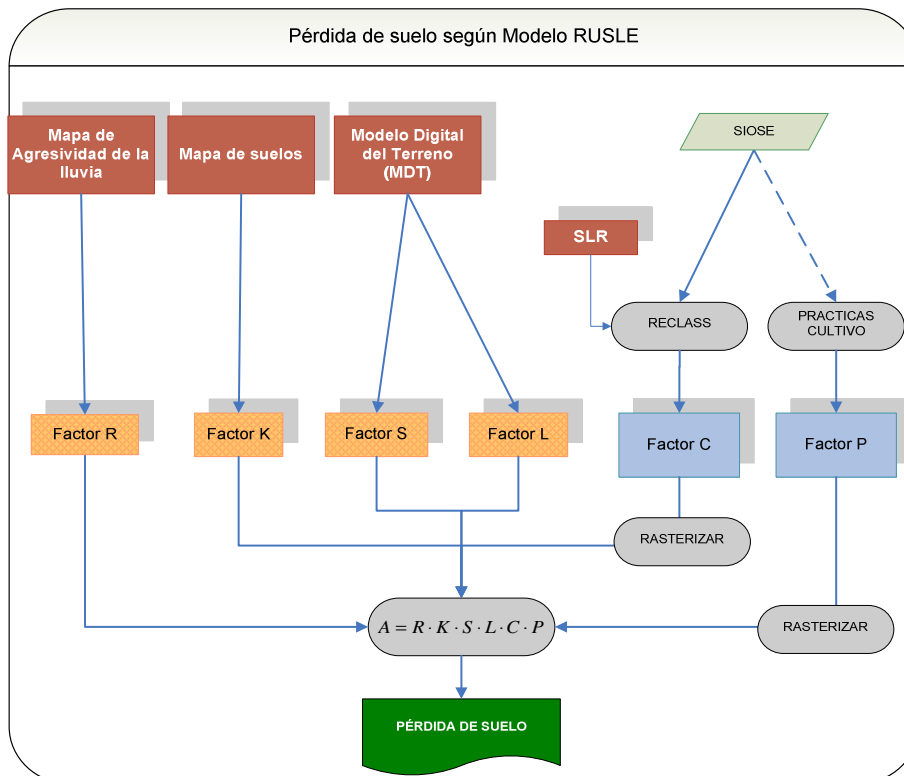


Figura 2. Diagrama de flujo para la estimación de la pérdida de suelo (modelo RUSLE)



## 6. Realización de aplicaciones prácticas

Se han realizado una serie de aplicaciones de aquellos modelos en los que se ha contado con toda la información necesaria.

Estos ensayos se realizaron con la información contenida en las bases de datos de SIOSE para las comunidades del País Vasco y La Rioja.

En el siguiente listado se indican las pruebas realizadas:

1. Superficie de cultivos anuales y permanentes
2. Superficie forestal
3. Terrenos sin vegetación
4. Superficie urbanizada en el litoral
5. Porcentaje de superficie ocupada por cultivos de regadío
6. Coberturas Artificiales
7. Ocupación del suelo
8. Aguas continentales
9. Porcentaje de cobertura artificial
10. Porcentaje de caducifolios
11. Porcentaje de perennifolios
12. Porcentaje de frutales
13. Porcentaje de cultivos herbáceos
14. Porcentaje de matorral
15. Porcentaje de olivar
16. Porcentaje de pastizal

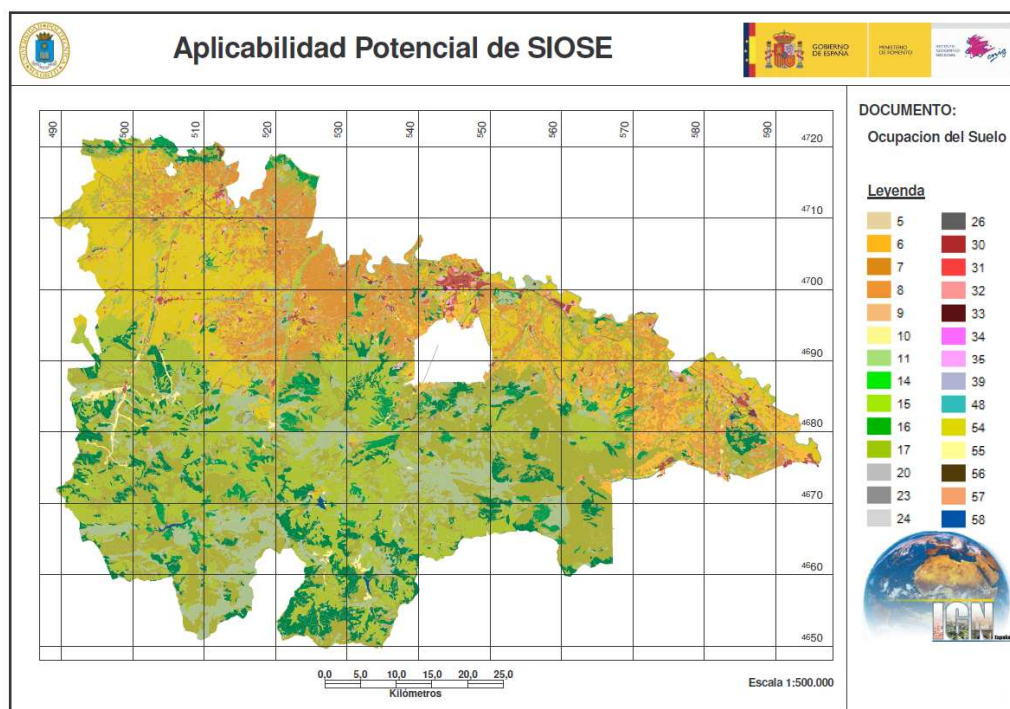


Figura 3.- Ocupación del suelo

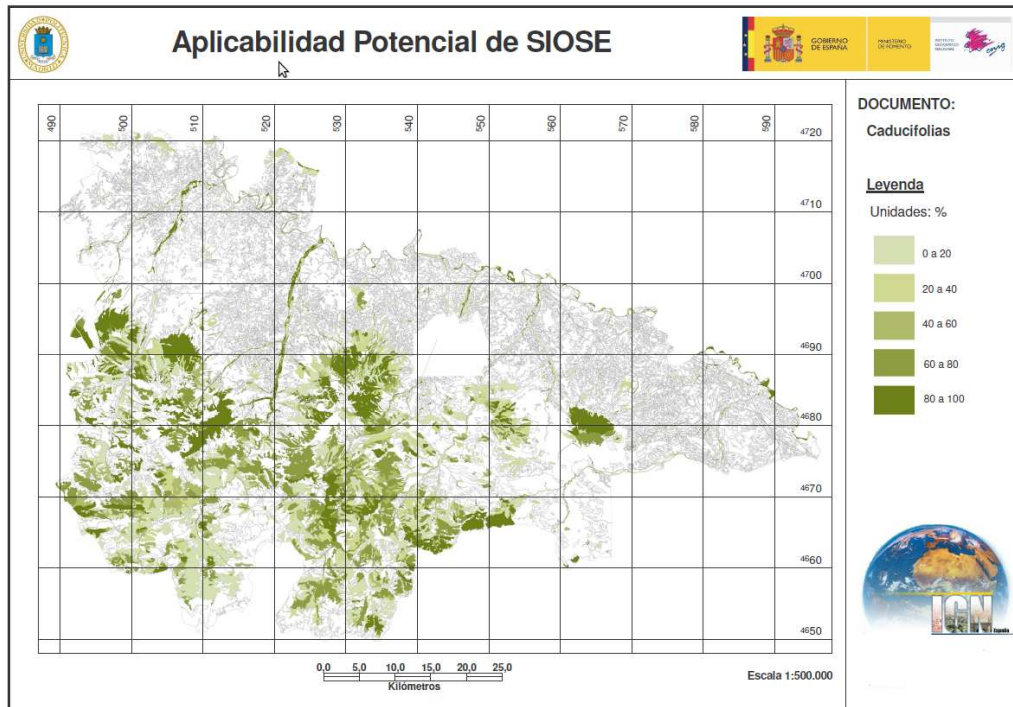


Figura 4.- Porcentaje de caducifolios

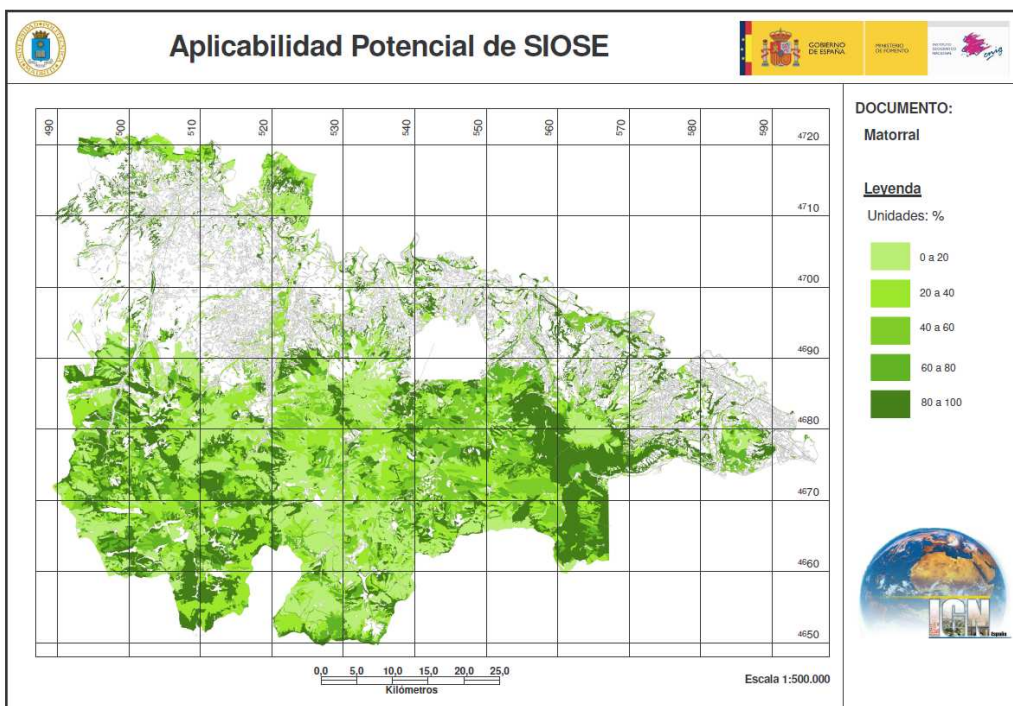


Figura 5.- Porcentaje de matorral

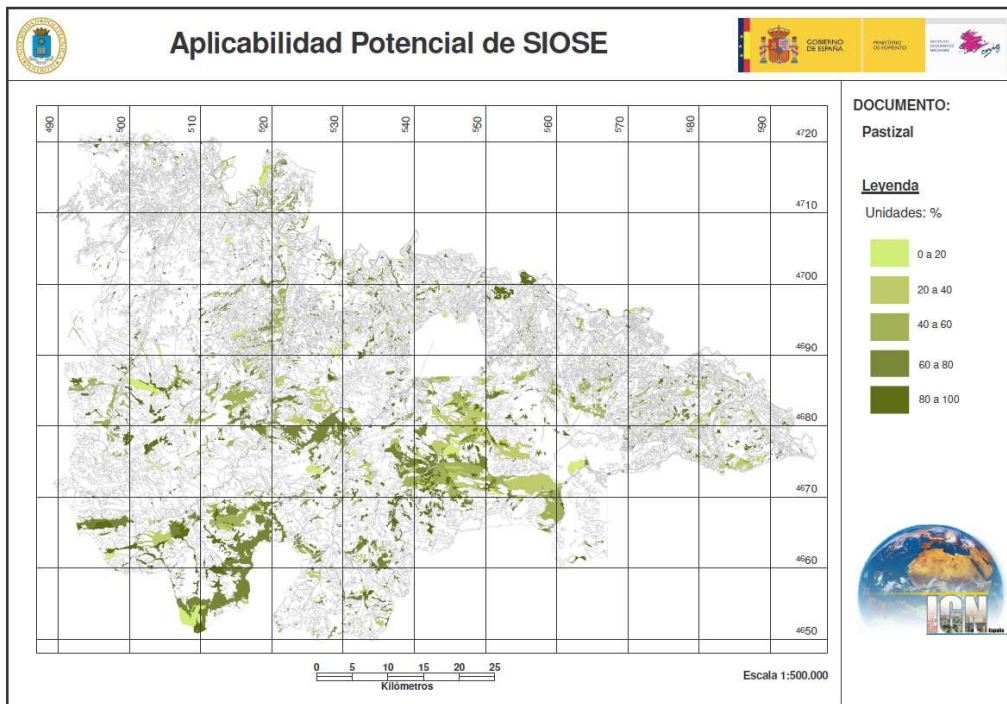


Figura 6.- Porcentaje de pastizal

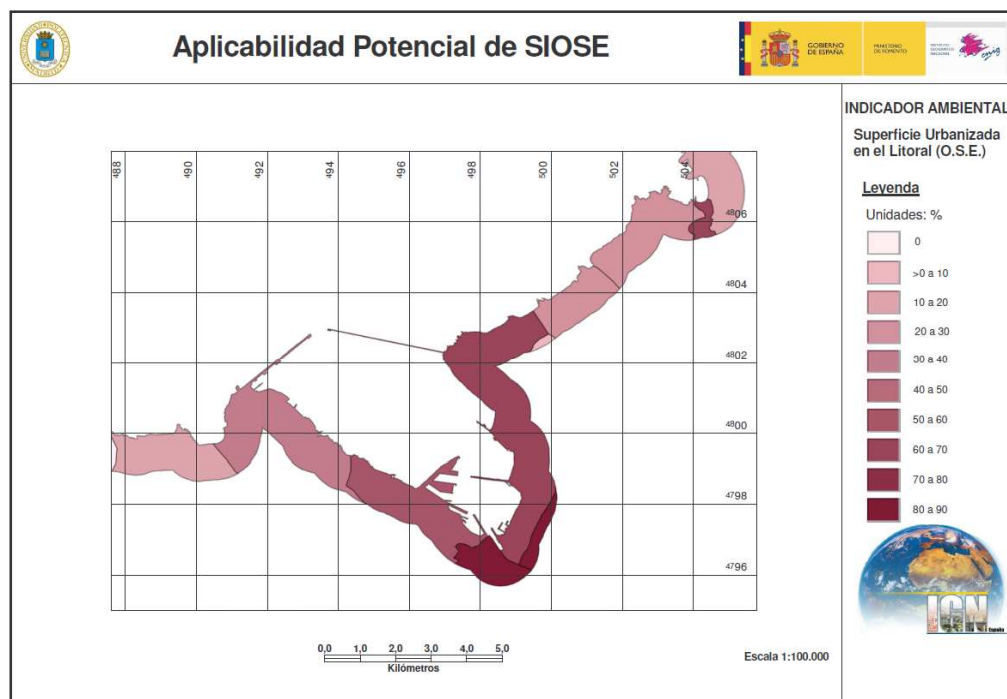


Figura 7.- Superficie urbanizada en el litoral por término municipal.

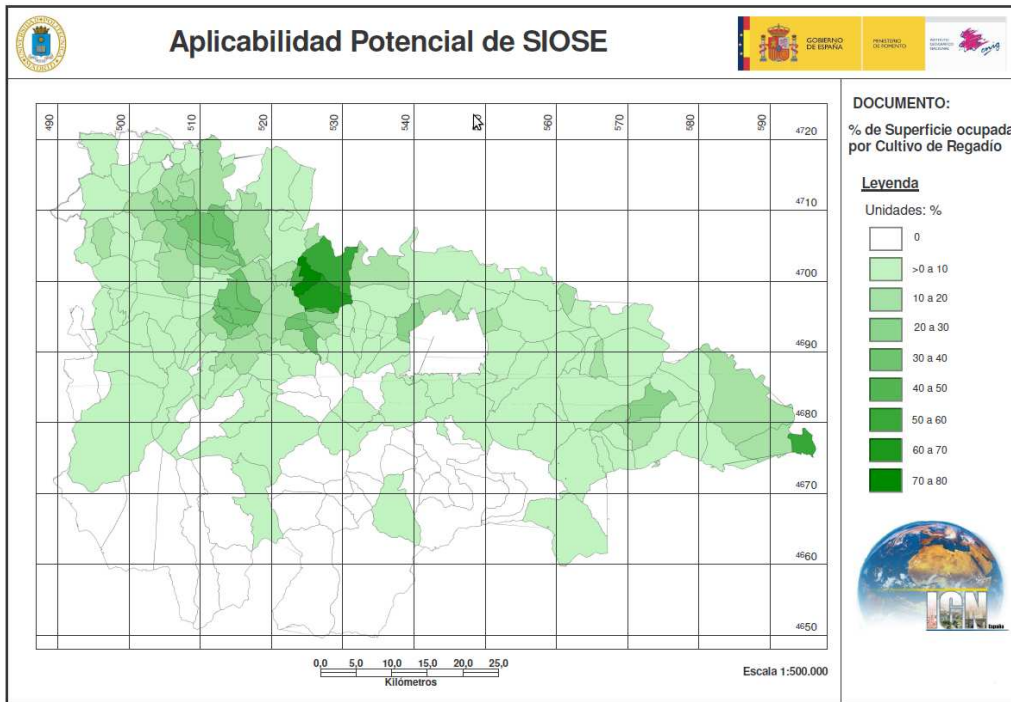


Figura 8.- Superficie ocupada por cultivos de regadío por término municipal.

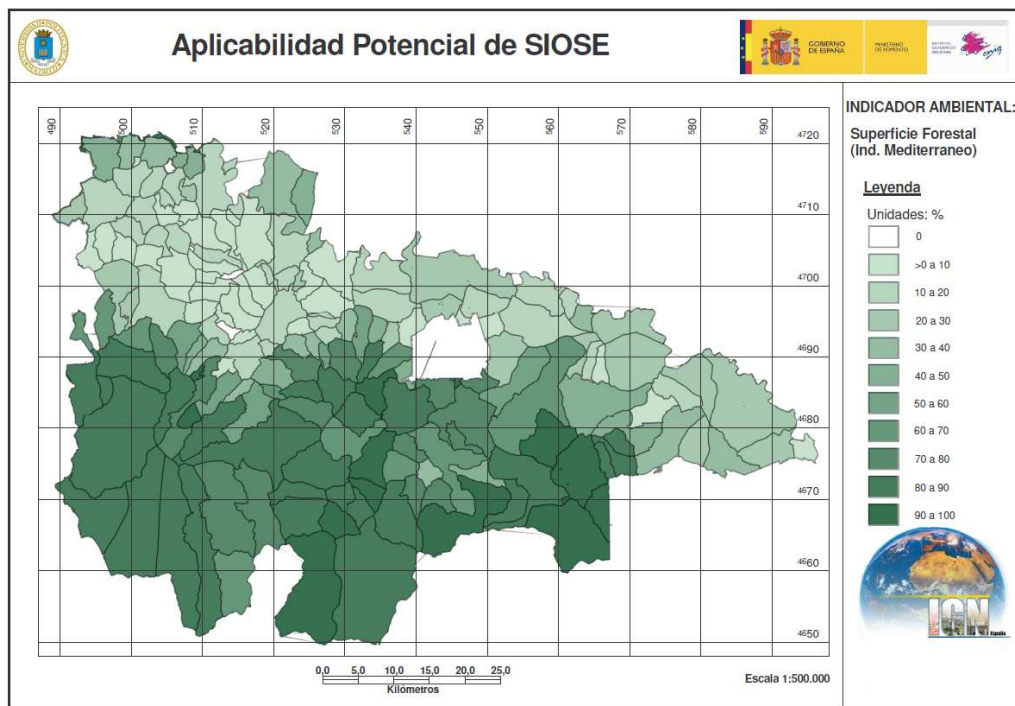


Figura 9.- Superficie forestal por término municipal.

## 7. Conclusiones

SIOSE constituye un documento para la obtención de diferentes indicadores ambientales normalizados, así como otras variables de eventual importancia en la toma de decisiones por parte de planificadores y responsables administrativos.

Puede considerarse que la utilidad global de SIOSE es de “*media*” a “*media-alta*” en los temas de ciclo del carbono, desertificación y en el área temática de indicadores ambientales.

SIOSE ofrece una gran cantidad de variables que, por su naturaleza cuantitativa, pueden ser de utilidad en diversos temas.

Las limitaciones de SIOSE se derivan, por una parte de la ausencia de determinadas variables para completar los modelos y por otra, de la necesidad de revisiones temporales para algunas de las variables consideradas, particularmente las relativas al ciclo del carbono.

La base de datos presenta cierta complejidad y su estructura es susceptible de mejora, para un manejo más eficiente de la información contenida en la misma,

En lo que respecta a los modelos procesales necesarios para la obtención de las variables o indicadores considerados, la limitación básica puede venir de la ausencia de información complementaria, del diferente formato de la misma o de su diferente escala. Esto último condicionará la precisión geométrica del documento cartográfico obtenido.

En lo referente a cambio climático, SIOSE puede mejorar el proceso de obtención del Inventario de Gases de Efecto Invernadero, por medio de un ajuste de las superficies de cada uso del suelo, obteniendo un mayor grado de exactitud; lo cual unido a futuras actualizaciones, permitirá conocer los posibles cambios de uso, así como su localización con mayor celeridad. Aunque en algunos casos sea necesario realizar una cantidad considerable de análisis previos para obtener el indicador en cuestión, se compensa con la calidad de la información que SIOSE aporta a los modelos.

En el tema de desertificación, el aporte de SIOSE se refleja en la mejora de la estimación de los factores que dependen de la cubierta vegetal en el caso de las ecuaciones USLE, RUSLE y CORINE Soil Erosion Risk. Sin embargo, cabe mencionar que, el porcentaje de incidencia de las variables SIOSE en el conjunto de cada modelo, no es muy elevado y unido a que la escala final del producto de estos modelos estará en función de la que tengan las variables externas, contribuye a que la utilidad en este tema sea de “*media*” a “*media-baja*”.

El proyecto SIOSE, incrementa la valoración de su utilidad en el área temática de indicadores ambientales donde, la mayoría de los indicadores considerados, se obtienen directamente a partir de las variables SIOSE y el uso de variables externas no influye de manera significativa en el producto final. Con esto, prácticamente toda la cartografía obtenida para estos indicadores tendrá la misma escala del proyecto SIOSE.

En cuanto a los documentos dasimétricos y de coropletas obtenidos, al igual que los indicadores ambientales, tienen calificaciones respecto a su utilidad en el rango de “*Media*” a “*Alta*” al poseer relación de identidad. Sin embargo, estas tendrán su mayor potencial de uso mediante la integración del proyecto SIOSE en una Infraestructura de Datos Espaciales, donde cualquier usuario con acceso a Internet pueda consultar la información contenida en la base de datos.

## 8. Bibliografía

- Arrouays D, Deslais W, Badeau V , 2001. The carbon content of topsoil and its geographical distribution in France Soil Use and Management 17:7-11.
- Bradley RI, Milne R, J Bell, Lilly A, Jordan C, 2005. A soil carbon and land use database for the United Kingdom. Soil Use and Management, 21: 363 – 369.
- Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, 2009. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Años 1990- 2007. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Eve MD, Sperow M, Paustian K, Follett RF, 2002. National-scale estimation of changes in soil carbon stocks on agricultural lands. Environmental Pollution 116:431-438.
- Howard PJA, Loveland PJ, Bradley RI, Dry FT, Howard D.M. y Howard D.C. 1995. The carbon content of soil and its geographical distribution in Great Britain. Soil Use and Management, 11: 9-15.
- I.G.N., Manual de Fotointerpretación SIOSE, Equipo Técnico Nacional SIOSE., Madrid, 2007.
- I.G.N., Modelo Conceptual del Proyecto SIOSE, Equipo Técnico Nacional SIOSE, Madrid, 2007.
- I.G.N., Modelo de Datos SIOSE – Coberturas Compuestas, Equipo Técnico Nacional SIOSE, Madrid, 2007.
- I.G.N., Modelo de Datos SIOSE – Coberturas Simples, Equipo Técnico Nacional SIOSE, Madrid, 2007.
- I.G.N., Modelo de Datos SIOSE – Estructura Básica, Equipo Técnico Nacional SIOSE, Madrid, 2007.
- I.G.N., Modelo Relacional de la Base de Datos del Proyecto SIOSE, Equipo Técnico Nacional SIOSE, Madrid, 2007.
- I.G.N., Base de Datos Provisional SIOSE La Rioja, I.G.N., Madrid, 2008.
- IPCC, 2003. Guía de Buenas Practicas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Institute for the Global Environmental Strategies (IGES), Japón.
- Hillel D y Rosenzweig C. 2009. Soil carbon and climate change. CSA News 54:4-11.
- Martínez, E, 2002 Inventario nacional de erosión de suelos 2002-2012. Madrid, Comunidad de Madrid.
- Milne R, Brown TA, 1997. Carbon in the vegetation and soils of Great Britain. Journal of Environmental Management, 49: 413–433.
- Ormeño, S., Arozarena, A., Martínez, M., Palomo, M., Villa, G., Peces, J., Pérez, L., 2009. Obtención de Indicadores Agroambientales en España a partir de imágenes de satélites de observación de la Tierra de resolución media y baja. Noveno Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid
- Scott NA, Tate KR, Giltrap DJ, Tattersall C Wilde H R, Newsome P J F. y Davis M R, 2002. Monitoring land-use change effects on soil carbon in New Zealand: quantifying baseline soil carbon stocks. Environmental Pollution 116:167-186.
- Wischmeier, W. H. y Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning USDA