

PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL GRADO DE INGENIERÍA FORESTAL

María Victoria Núñez Martí,

*Grupo de Investigación Tecnologías y Métodos para la Gestión Sostenible. ETSI Montes.
Universidad Politécnica de Madrid.*

Ana Hernando Gallego,

*Departamento de Economía y Gestión forestal. ETSI Montes. Universidad Politécnica de
Madrid.*

Antonio Damián García Abril

Francisco Mauro Gutiérrez

*Departamento de proyectos y planificación rural. ETSI Montes. Universidad Politécnica de
Madrid*

Abstract

Geographic Information Systems (GIS) have become recently a daily and necessary tool for many engineers who must plan and manage field actions. Specifically, Forest Engineers and Forest Technician need, for the proper development of their projects, to know about their practical and theoretical basics for their ecological, landscape and planning studies. In the new curriculum of Bachelor of Forestry Science Degree, GIS is not taught separately as a subject, but as a part of the subject of Topography, Geographic Information Systems and Remote Sensing (2nd year). Therefore, in this proposal we have identified the basics of GIS which should be achieved by the students for subsequent subjects whose practices (because of its themes or objectives) required them. An analysis of the subjects in which GIS is involved was carried out. Three of them were accurately explained developing the GIS activities and tasks. Finally, we listed in detail the contents that should be known at the end of the 2nd year.

Keywords: *Innovative; GIS; Bachelor of Forestry Science Degree; management; contents; subject*

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen, recientemente, una herramienta habitual y necesaria para muchos ingenieros que deben planificar y gestionar acciones sobre el terreno. Concretamente los Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos forestales necesitan conocer sus fundamentos prácticos y teóricos para llevar a cabo sus estudios ecológicos, paisajísticos y de ordenación del territorio. En el nuevo plan de estudios del Grado de Ingeniería Forestal, los SIG no se imparten de manera independiente como

materia, sino que su conocimiento se adquiere dentro de la asignatura de Topografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (2º curso). Por ello, en esta propuesta se han identificado las nociones básicas de los SIG que el alumno necesitaría conocer para su empleo en posteriores asignaturas cuyas prácticas, por su tema u objetivos, podrían realizarse con SIG. Por ello, se ha hecho un análisis de las asignaturas en las que está implicado el uso de SIG y de tres de ellas se han desglosado las actividades y tareas que necesitan de su utilización. Finalmente, se ha listado detalladamente el contenido para el programa que se debería conocer al terminar el 2º curso.

Palabras clave: *Innovación; SIG; Grado de Ingeniería Forestal; gestión; programa; asignatura*

1. Introducción

1.1. Relevancia de los SIG en la actividad profesional de los ingenieros de montes e ingenieros técnicos forestales

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG.), o *Geographic Information System* (GIS.) se han convertido desde hace unos años en una herramienta de trabajo habitual para los Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos forestales, bien en la faceta de redacción proyectos de actuación, de evaluación ambiental o de administración y gestión del territorio.

El conocimiento de esta herramienta puede suponer una ventaja competitiva a la hora de encontrar trabajo, si bien es cierto que los universitarios adquieren rápidamente los conocimientos necesarios con cursos de posgrado breves y, posteriormente, en las práctica de empresa.

Las ventajas del uso de un SIG son, principalmente:

- Permitir la recopilación de gran cantidad de información asociada al territorio de manera ordenada y unificarla para su posterior análisis.
- Permitir un análisis rápido de la información y su incorporación al flujo de trabajo.
- Facilitar el control de calidad de la información.
- Permitir la integración de todos los estudios y proyectos en un único entorno de trabajo.
- Facilitar el acceso y la consulta a la información.
- Permitir la actualización permanente de la información.

1.2. Conocimientos y usos de GIS en los estudios actuales de Ingeniería de Montes e Ingeniería Técnica Forestal

En los planes de estudios vigentes de la titulación de Ingeniero de Montes e Ingeniero Técnico Forestal no se imparte enseñanza de los SIG. Se dan unas breves nociones en la asignatura de Topografía del Título de Ingenieros de Montes (4º curso). No obstante, en la asignatura de Ordenación de Montes del último curso de la especialidad de Silvopascicultura, se imparten 12 horas de prácticas de ordenación de montes con el uso del ArcGis®, llegando el alumno a obtener un conocimiento básico del mismo. En otros casos, los alumnos adquieren los conocimientos en el momento de realizar el Proyecto Fin de carrera, si lo necesitan para el mismo, con la colaboración de algún profesor, o compañero, o de forma autodidacta o mediante la realización de algún curso breve.

Hay otras asignaturas cuyas prácticas, por su tema u objetivos podrían realizarse con SIG. Pero de hecho es imposible por los escasos conocimientos de los alumnos.

1.3. Ubicación y carga docente del manejo de SIG en el grado de Ingeniero forestal

La enseñanza de SIG en el grado de Ingeniería Forestal está incluida en la asignatura TOPOGRAFÍA, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN, de 7 créditos, que se imparte en el 2º semestre del 2º curso.

El tiempo disponible para la enseñanza de los SIG, sería aproximadamente de 3 créditos, lo que implicaría unas 25-30 horas presenciales. El programa que se enseñaría sería únicamente ArcGis.

En 4º curso se oferta también una asignatura denominada SIG avanzado, que permitiría a los alumnos conseguir las capacidades para la utilización del SIG en el proyecto fin de carrera, en la actividad profesional de grado, y en las asignaturas del Máster de Ingeniero de Montes.

1.4. Posibilidad de empleo de los SIG en la práctica de las asignaturas del grado de Ingeniero forestal

El número de horas asignado al aprendizaje de los SIG en 2º curso, es muy escasa. Por ese motivo y para su posible utilización en las prácticas de otras asignaturas, debería insistirse y explicar aquellas órdenes, procedimientos y presentaciones que fueran a emplearse con asiduidad en las asignaturas susceptibles de aplicar los SIG.

Si no se sabe manejar con soltura el programa, no debe emplearse en las prácticas de las asignaturas, pues la resolución de problemas de su manejo ocupa el tiempo de aprendizaje de la materia. La experiencia así lo demuestra.

Se hace pues necesario, para el alumno, adquirir ese conocimiento básico del ArcGis en el transcurso de la asignatura de 2º curso antes citada, que le permitirá su posterior aplicación en el resto de asignaturas de cursos superiores.

2. Objetivos

2.1 Objetivos generales

- Introducir los Sistemas de Información Geográfica en las asignaturas del Grado de Ingeniería Forestal que, por su naturaleza, requieran esta herramienta.
- Dar formación a los alumnos con las herramientas actuales, tanto en investigación como en el mundo profesional.

2.2 Objetivos finales y alcance del proyecto: redefinición de objetivos del trabajo realizado

El estudio detallado del plan de estudio y del tiempo de enseñanza del manejo de SIG, ha puesto de manifiesto la necesidad de adaptar los objetivos generales, para que la propuesta final sea realista y contribuya al mejor uso del SIG y de la mejor realización de las prácticas en las asignaturas en las que se pudiera aplicar.

2.3 Objetivos finales

- Identificar las asignaturas del grado de Ingeniería Forestal en cuyas prácticas puede emplearse la herramienta de SIG.
- Identificar operaciones, procedimientos y presentaciones de uso habitual en las asignaturas implicadas, y cuyo conocimiento debería adquirirse en la enseñanza de SIG.

3. Metodología y materiales

Para cumplir los objetivos marcados, se ha procedido del siguiente modo (Figura 1):

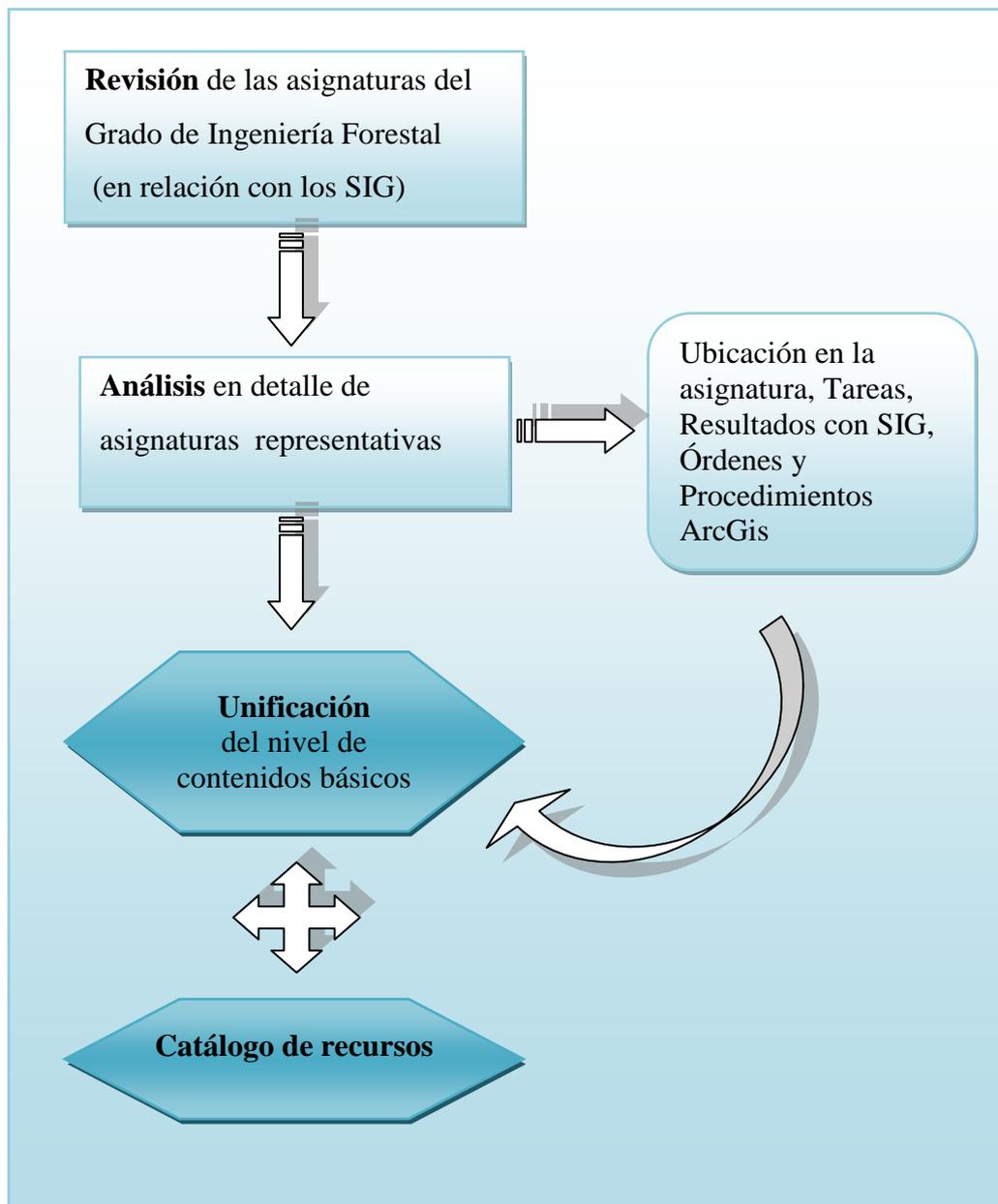
- En primer lugar se ha revisado cada una de las asignaturas que componen el Grado de Ingeniería Forestal para identificar aquellas que, por su contenido, requieren uso de SIG. A continuación, se ha hecho un estudio más en detalle de las más representativas del empleo del SIG, con el fin de seleccionar las tareas en las que el uso de SIG es necesario
- Se ha considerado un sólo programa SIG, el ArcGis, por ser casi un estándar profesional, y estar instalado en la UPM, y de uso gratuito para profesores y alumnos.
- En segundo lugar se han unificado las necesidades específicas de conocimiento del ArcGis a nivel de contenidos básicos.
- Para completar el estudio se presenta un catálogo de RECURSOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TERRITORIAL Y DESCARGAS DE CARTOGRAFÍA, que pueden emplear los alumnos, y que es una parte inicial y fundamental para la realización de prácticas de SIG. Para ello se ha realizado una extensa búsqueda de este tipo de cartografía en servidores especializados, para poner a disposición del alumno la adquisición de datos con la mayor facilidad. Nuestra experiencia en la enseñanza del SIG, nos hace considerar este apartado como algo fundamental ya que los alumnos, una vez que han recibido unas nociones básicas, lo que demandan son los lugares para la descarga de toda la información que les servirá de base para los trabajos.

Por último se presentan las conclusiones de este proyecto.

La propuesta de innovación no es un programa de asignatura ni un procedimiento de evaluación, sino la coordinación de las necesidades respecto al uso de ArcGis, de modo que los alumnos puedan adquirir los conocimientos básicos en la asignatura de Topografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

La propuesta busca identificar las nociones básicas para el entendimiento y el uso de los SIG, de modo que posteriormente el alumno, a lo largo de la carrera, lo pudiera utilizar en otras asignaturas. Por tanto, se centra en aspectos prácticos y básicos de entrada, almacenamiento, manejo, análisis y salida de datos geográficos y en la utilización de las herramientas más necesarias.

Figura 1: Metodología del proyecto de innovación trabajo para la coordinación entre las asignaturas del Grado de Ingeniería Forestal



4. Asignaturas que pueden emplear en sus prácticas los SIG

Tras el análisis de las diferentes asignaturas que componen el Grado de Ingeniería Forestal, se han identificado aquellas que, por su naturaleza, pueden usar esta herramienta (por orden cronológico de estudio en el Grado):

1. Dasimetría e inventariación forestal-2º curso
2. Vías forestales-3º curso obligatoria
3. Pascicultura y sistemas agroforestales-3º curso orientación Gestión forestal
4. Hidrología. restauración hidrológico-3º curso orientación G. forestal
5. Parques y jardines. restauración de espacios degradados 3º curso orientación G. forestal
6. Caza, pesca y acuicultura 3º curso orientación G forestal
7. Repoblaciones forestales y viveros - 3º curso G forestal
8. Paisaje. ordenación del territorio - 3º curso G. forestal
9. Ordenación de montes y valoración agraria-3º curso G. forestal
10. Incendios forestales- 3º curso G. forestal
11. Aprovechamientos y certificación forestales- 4º curso, obligatoria
12. Proyectos de ingeniería. evaluación y corrección de impactos ambientales. 4º curso obligatoria
13. Proyecto fin de grado 4º curso, obligatoria.

4.1 Operaciones, procedimientos y resultados del uso de los GIS en asignaturas representativas

Para poder llegar a la síntesis de operaciones básicas de ArcGis que deben manejar los alumnos antes de comenzar las asignaturas citadas, se han seleccionado algunas de ellas. En cada una se ha hecho un desglose de las principales tareas que requieren ArcGis, se han identificado los resultados que se deberían poder obtener con el SIG y, finalmente, el contenido ArcGis que debe incluirse en el temario (tablas 1,2 y 3).

Las asignaturas que se han considerado suficientemente representativas del conjunto de necesidades, han sido:

- Hidrología. Restauración hidrológico-Forestal - 3º curso orientación G Forestal
- Paisaje. Ordenación del territorio - 3º curso G Forestal
- Ordenación de montes y valoración agraria- 3º curso G Forestal

No se ha incluido la asignatura de Vías de Saca, porque existen otros programas informáticos específicos, si bien en el apartado siguiente se incluirán operaciones que permiten la modelización y el cálculo de volúmenes de una traza.

Tabla 1 Necesidades ArcGis en la asignatura de Paisaje. Ordenación del territorio

ASIGNATURA: PAISAJE. ORDENACIÓN DEL TERRITORIO			
Ubicación en la asignatura	Tarea	Resultados que obtener con el SIG	Contenido ArcGis para incluir en el temario
Inventario> Adquisición de información cartográfica de elementos significativos	Obtención y almacenamiento de información cartográfica de los elementos significativos del medio, actividades, marco legal y administrativo.	Mapas de altitud, pendiente, orientación, litología, suelos, vegetación, fauna, visibilidad, categorías administrativas, usos del suelo, cuencas hidrográficas, red hidrográfica, comunicaciones, zonas urbanizadas, zonas protegidas, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de información digital de bases de datos, digitalización en soporte de papel. - Compatibilidad de formatos, cambio de proyección y <i>datum</i>. - Georeferenciación de mapas escaneados. Codificación, reclasificación y visualización de la información. Digitalización a partir de ortofotos e imagen de satélite. - Introducción de información a través de tablas. - Salida gráfica de mapas, gráficos y tablas
Inventario> Modelos de Inventario	Obtención de elementos complejos a partir de otros simples. Inventario de procesos y riesgos, productividad ecológica, agrícola y forestal. Análisis del Paisaje.	Mapas de erosión, inundación, productividad potencial agrícola forestal, mapa de riesgo de incendios, riego de contaminación. Mapa de Conectividad del territorio y fragmentación.	<ul style="list-style-type: none"> - Operaciones suma de mapas, combinaciones lineales, ecuaciones algebraicas. Unión de manchas. - Cálculo de distancias y cuencas visuales - Reclasificación de capas - Introducción de información a través de tablas - Salida gráfica de mapas, gráficos y tablas
Integración> Modelos de Integración	Integración de la información para calcular capacidad e impacto de las actividades, calidad y fragilidad del medio	Mapas de capacidad e impacto de distintas actividades: urbanización, repoblaciones vertederos, ganadería, infraestructuras Mapas de calidad y fragilidad: vegetación, fauna, suelo, paisaje. Simulaciones de diseño paisajístico.	<ul style="list-style-type: none"> - Combinación capas temáticas: altitudes, caminos, vegetación, etc. - Cálculo de rutas óptimas - -Introducción de información a través de tablas - Salida gráfica de mapas, gráficos y tablas
Clasificación del Territorio	Localización y asignación de usos al suelo Generación de alternativas de asignación usos.	Mapas de asignación de usos y de alternativas, según criterios y restricciones	<ul style="list-style-type: none"> - Operaciones de integración anteriores y procedimientos de optimización. - Salida gráfica de mapas, gráficos y tablas

Tabla 2 Necesidades ArcGis en la asignatura de Hidrología. Restauración Hidrológico-Forestal

ASIGNATURA: HIDROLOGÍA.RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL

Ubicación en la asignatura	Tarea	Resultados que obtener con el SIG	Contenido ArcGis que incluir en el temario
Trabajo práctico> Descripción de la zona de estudio	Situación geográfica y características morfológicas. Litología y suelos	Representar el límite de la cuenca, planimetrarla y curvimetrarla Mapa de pendientes Características de la red de drenaje Mapa de suelos y vegetación	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de la base cartográfica - Georreferenciación - Cálculo de áreas y perímetros - Creación MDT - Cálculo de pendientes - Consulta y creación de atributos - Clasificación de valores cuantitativos - Digitalización y edición de información tomada del campo o recopilada
Trabajo práctico> Características hidrológicas e hidráulica torrencial	Caudales líquidos Caudales sólidos	Delimitación de zonas homogéneas por superposición de mapas de suelos, vegetación y pendientes. Estimación del Número de curva medio de la cuenca Estimación de los parámetros de la USLE: R, K, L•S, C Mapa de Pérdidas de Suelo Mapa de Ordenación según la USLE.	<ul style="list-style-type: none"> - Superposición de mapas: Codificación y tabla asociada - Manejo del módulo ArcHydro - Edición de mapas

Tabla 3 Necesidades ArcGis en la asignatura de Ordenación de Montes y Valoración Agraria

ASIGNATURA: ORDENACIÓN DE MONTES Y VALORACIÓN AGRARIA

Ubicación en la asignatura	Tarea	Resultados que obtener con el SIG	Contenido ArcGis que incluir en el temario
Inventario>Estado legal	Representar el límite del monte con sus enclavados, servidumbres, ocupaciones. Calcular las cabidas o superficies del monte: pública forestal, inforestal... Localizar las infraestructuras viarias, de uso público, ...	-Mapa de situación -Cálculo de cabidas (forestal inforestal...) - Cálculo de dimensiones: superficies y longitudes.	- Cálculo de áreas y perímetros, distancias, - Consulta de atributos
Inventario>Estado Natural	Posición orográfica, configuración del terreno Posición hidrográfica Estudio de la vegetación Estudio de la Fauna	-Plano general topográfico -Mapa de Red de drenaje -Mapa de altitud, de pendientes y orientaciones -Mapas de vegetación -Mapa de enclaves singulares o hábitats protegidos -Mapa de Biotopos faunísticos de interés	- Creación del MDT y TIN. ArcHydro - Clasificación de valores cuantitativos (altitudes, pendientes,...) - Cálculo de cuencas vertientes - Digitalización y edición de información tomada del campo o recopilada
Inventario>Estado Forestal	División Inventarial: Cuarteles y Cantones Rodalización Diseño del Inventario	-Mapa de cuarteles y cantones -Mapa de Rodales -Mapa de parcelas de inventariación - Mapas de otros resultados del inventario	- Unión de informaciones temáticas: altitudes, caminos, vegetación, etc. -Introducción de información a través de tablas - Hacer nuevos límites a partir del límite del monte, basados en diferentes criterios de perímetro
Título II> Estudio de usos	Zonificación definitiva de los cuarteles	- Mapas de usos - Mapas de zonificación por combinación de criterios de gestión	- Combinación de informaciones temáticas: inclusiones, exclusiones, buffers, distancias, uniones, solapes, ponderaciones - Salida gráfica de mapas, gráficos y tablas
Título III> Planificación	Zonificación, actuaciones planificadas. Plan especial Actuaciones a nivel de monte, a nivel de tramo , grupo, rodal..	- Mapas de actuaciones por zonas	- Combinación de informaciones temáticas - Salida gráfica de mapas, gráficos y tablas

4.2. Necesidades de aprendizaje de operaciones y procedimientos de ArcGis

Para la enseñanza del ArcGis, y de acuerdo a su estructura, se pueden realizar 4 bloques de enseñanza:

- 1.- Introducción a los SIG
- 2.- Entrada y almacenamiento de Datos
- 3.- Manejo de Tablas y Datos espaciales
- 4.- Salidas: Mapas, tablas y gráficos

En cada uno de estos bloques se va a proceder a detallar las operaciones que puedan ser más interesantes para ser aplicadas por los alumnos en las prácticas de otras asignaturas.

4.2.1.- Introducción a los SIG

- Definición y aplicaciones
- Datos geográficos: formatos vectorial (punto, líneas y polígonos) y ráster (píxel)
- Introducción y estructura del ArcGis: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox.

4.2.2.- Entrada y almacenamiento de Datos

- Adquisición de datos y exportación a una hoja de cálculo
 - a) Adquisición de datos de forma digital desde un suministrador de datos.

Se practicaría con distintas bases de datos, como la del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), Oficina virtual del catastro, Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC), Mapas Geológicos escaneados del IGME, y otros servidores autonómicos. Se debe conocer la importación de distintos formatos, la armonización de proyecciones y *datum*.

- b) Digitalizar datos analógicos existentes (p.e. ríos, vías de comunicación, manchas de vegetación).
- c) Georreferenciación de datos espaciales "*Georeferencing*", "*Add X Y data*".
- d) Conversión de formatos vectoriales a ráster y viceversa ("*Conversion tools*").

Un ejercicio muy importante es la creación de un ráster estableciendo un sistema de coordenadas y realizar su exportación a una hoja de cálculo. Pues la hoja de cálculo puede utilizarse como un ráster muy simple, cuyo funcionamiento es conocido por los alumnos. Tendrían la ventaja de que les permitiría comprender perfectamente las órdenes y mecanismos de integración de la información que realiza el SIG. Posteriormente podría exportarse a ArcGis, y realizar con él la impresión de los mapas. Por ese motivo estas operaciones de adquisición de datos digitales, y su exportación a una hoja de cálculo serían fundamentales.

- Herramientas básicas (ArcMap):
 - a) Gestión de capas: cargar, mover, eliminar.
 - b) Gestión de tabla de contenidos. Información asociada a cada mapa.
 - c) Manejo de "herramientas de visualización". Por ejemplo zoom, mover, etc.
 - d) Manejo del "Editor" (para hacer líneas, puntos o polígonos de distintas zonas). Se puede realizar el ejercicio también con ortofotos o fotos de satélite, y por ello es

también una herramienta fundamental para la creación de mapas y adquisición de información.

- e) Representación gráfica: manejo de "*Symbology*". Selección de colores, símbolos.
- f) Etiquetado de los diversos parámetros de cada mapa. Por ejemplo cotas en curvas de nivel, asignación de nombres o características a cada polígono, etc.

4.2.3.- Manejo de Tablas y Datos espaciales

- Visualización, manejo y consulta de la tabla de atributos (*Add field, Summarize, field calculator, select by attributes*). Añadir campos, seleccionar por atributos desde tablas, ordenar datos, resúmenes.
- Operaciones con datos vectoriales:
 - a) "*Analysis tools*", para crear buffers, o bandas alrededor de un punto, línea o polígono, p.e. para identificar zonas de protección, extraer superficies con otros usos, juntar caminos, distancias a carreteras o elementos que interesen. En este apartado se incluyen el cálculo de superficies de distintos elementos con distintas ventana de malla, o radios que recorren todo el territorio.
 - b) "*Data management tools*" para unir superficies de igual codificación.
- Operaciones con Datos Raster:
 - a) "*3D Analyst*". Para crear el modelo digital del terreno (MDT) y vistas 3D. Este apartado comprende comandos utilizables en vías de saca, incluidos en *Tracking Analyst Tools*, que permite el cálculo de volúmenes de desmontes y terraplenes, y rutas óptimas.
- "*Spatial analyst tools*". Con estas herramientas se obtendrían los mapas de pendientes, orientaciones, sombras, cuencas visuales, operaciones matemáticas con una o más capas ráster mediante selecciones y funciones, p.e. cálculo de la USLE, Índice de Paterson de Productividad Forestal.

Hay operaciones que siempre se repiten en los modelos de muchas prácticas, como son las operaciones de suma, combinación lineal, multiplicación o combinación matricial.

En el caso del análisis del paisaje son fundamentales todas las operaciones relacionadas con la cuenca visual (conjunto de puntos vistos desde un punto o zona dada, con un alcance fijado). Se debe saber realizar el cálculo desde puntos fijados, líneas como carreteras, o manchas como canteras o poblaciones. También a la inversa de una zona calcular cuántos puntos de carretera, población u otro elemento ve cada punto del territorio, a un alcance dado.

La herramienta "*Hydrology toolbox*" se emplea para el cálculo de variables hidrológicas. Modelización de cuencas a partir del MDT, diferenciación de cuencas y subcuencas, Identificación de vaguadas y ríos, tramos y subtramos en los mismos. Cálculo de pendientes media de la cuenca y en tramos, cálculo de centroides, hidrogramas unitarios, infiltración, etc.

Análisis estadístico ("*spatial analysis tools*"). Estadística descriptiva, cálculo de distancias, proximidad, regresiones.

4.2.4.- Salidas: Mapas, tablas y gráficos

- Generación de mapas: *Layout*.
- Edición de gráficos. Plantillas para la salida de mapas de un proyecto. Diseño de cajetines de mapas. Salidas a distintas escalas y tamaño de papel. Impresión de varias capas degradando alguna de ellas, por ejemplo, curvas de nivel, o unidades de vegetación con ortofoto.

4.2.5. Síntesis de contenidos propuestos

Como resumen, las operaciones básicas que pueden aplicarse en otras asignaturas, son:

- Adquisición de información digital a partir de bases de datos, digitalización de mapas en papel u ortofotos e imágenes de satélite. Georreferenciación de mapas.
- Compatibilidad de formatos, cambio de proyección y *datum*.
- Paso de formato vectorial a ráster y viceversa.
- Exportación de los mapas a una hoja de cálculo e importación de bases de datos desde la hoja de cálculo.
- Codificación, clasificación y reclasificación.
- Operaciones básicas: sumas, combinación lineal, combinación matricial, ecuaciones.
- Distancias a distintos elementos, bandas alrededor de distintos elementos.
- Estadísticas de puntos, superficies y cruce de mapas.
- Cuenca visual de distintos elementos a diferentes alcances.
- Salidas impresas de mapas, creación de plantillas, cajetines y variación de escalas.

5. Recursos de información geográfica y territorial: descargas de cartografía

La adquisición de información para ser incluida y manejada por el SIG, es crucial para cualquier trabajo. Cada vez hay más información cartográfica disponible desde servidores, y también de medios de aprendizaje. En este apartado se ordena un número suficiente de fuentes de información a los que puede acceder cualquier alumno.

Éste apartado lo consideramos fundamental en la enseñanza de los SIG, ya que los alumnos, una vez que han recibido unas nociones básicas, lo que demandan son los lugares para la descarga de toda la información, que les servirá de base para cualquier trabajo.

5.1. Cartografía y mapas del mundo y Europa

Cartografía diversa e imágenes del Mundo. Google Earth.

<http://earth.google.es/>
<http://maps.google.es/>

Cartografía en Internet

Mapas, directorios, y otros enlaces de utilidad relativos a la Geografía.

<http://home.datacomm.ch/kerquelen/mapas/>

Earth Sciences and Map Library. Universidad de Berkeley

<http://www.lib.berkeley.edu/EART/>

Checklist of Online Vegetation and Plant Distribution Maps. Universidad de Berkeley

<http://www.lib.berkeley.edu/EART/vegmaps2.html#europe>

Mapas relacionados con el medio ambiente mundial y algunas zonas geográficas.

World Resources Institute

http://earthtrends.wri.org/maps_spatial/index.php?theme=9

Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Mapas variados, incluyendo el CORINE land Cover

<http://www.eea.europa.eu/quicklinks/explore-interactive-maps>

Visualización y descarga del Corine Land Cover desde el servidor de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

<http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=950>

Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73)."

http://eusoils.jrc.it/ESDB_Archive/pesera/pesera_data.html

5.2. Bases de datos territoriales y cartográficas de España

Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Consejo Superior Geográfico. Ministerio de Fomento. Facilita a todos los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos, a través de este geoportal.

Tiene como objetivo el integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, a nivel nacional, regional y local, conforme a sus respectivos marcos legales.

http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES

Instituto Geográfico Nacional

http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/

Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)

<http://www.cnig.es/index.jsp>

Centro de descargas

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Catálogo de productos

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/cambiarMenu.do?destino=catalogo>

Búsqueda en visor

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscador.do>

Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/equipamiento.do?method=mostrarEquipamiento>

Plan nacional de teledetección

<http://www.ign.es/PNT/>

Sensores e imágenes

http://www.ign.es/PNT/sensores_e_imagenes.html

Base Datos Cartográficas

<http://www.ign.es/ign/es/IGN/BBDD.jsp>

El Sistema de Información del Atlas Nacional de España (SIANE)

<http://www.ign.es/siane/Principal.do>

Centros Cartográficos Españoles. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento
http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/IDE/idee/cce.htm

SIOSE. Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España,

<http://www.siose.es/siose/index.html>

<http://www.ign.es/siose/presentacion.html>

EJEMPLO: El proyecto SIOSE en la Región de Murcia

<http://sigyt.imida.es/siose/>

CATASTRO. Ministerio de Economía y Hacienda.

Oficina virtual del catastro

<http://ovc.catastro.meh.es/>

Consulta de datos

<https://ovc.catastro.meh.es/OVCFrames.aspx?TIPO=Consulta>

Cartografía y SIG del Ministerio de Medio Ambiente y medio Rural y Marino (MARM)

<http://www.marm.es/es/cartografia-y-sig/temas/default.aspx>

Banco de datos de la naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente y medio Rural y Marino (MARM)

<http://www.marm.es/es/biodiversidad/servicios/banco-de-datos-biodiversidad/>

Mapas relacionados con el medio Ambiente en distintos apartados. Ministerio de medio Ambiente.

<http://www.marm.es/es/biodiversidad/servicios/banco-de-datos-biodiversidad/informacion-disponible/default.aspx>

Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)

<http://www.marm.es/es/cartografia-y-sig/temas/sistema-de-informacion-geografica-de-parcelas-agricolas-sigpac/default.aspx>

Visor del SIGPAC

<http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>

Explicación:

http://www.sigpac.jcyl.es/index_sigpac_archivos/Triptico_SIGPAC.pdf

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. CARTOGRAFÍA.

<http://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/laminasymapas/>

Enlaces a otras confederaciones

<http://www.chsegura.es/chs/servicios/links/>

Sistemas de Información Territorial/ Infraestructuras de Datos Espaciales del Estado y Comunidades Autónomas

<http://www.sitmurcia.com/enlaces/index.htm>

- [Visor de Productos GRAFCAN \(Canarias\)](#)
- [SITPA \(Principado de Asturias\)](#)
- [Visor de Cartografía \(País Vasco\)](#)
- [UDALPLAN 05 \(País Vasco\)](#)
- [SITNA \(C.F. Navarra\)](#)
- [IDENA \(C.F. Navarra\)](#)
- [SIGCAR \(La Rioja\)](#)
- [IDERIOJA \(La Rioja\)](#)
- [SITCYL \(Junta de Castilla y León\)](#)
- [Medio Ambiente \(Generalidad de Cataluña\)](#)
- [SIGPESCA \(Generalidad de Cataluña\)](#)
- [SIGCAT \(Junta de Extremadura\)](#)
- [SIIA \(Junta de Andalucía\)](#)
- [SIGPAC \(Junta de Andalucía\)](#)
- [Servidor de Cartografía Ambiental \(Junta de Andalucía\)](#)

- [Banco de Datos de la Biodiversidad \(Ministerio de Medio Ambiente\)](#)
- [Oficina Virtual \(D.G. del Catastro\)](#)
- [SIGPAC \(FEGA/Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación\)](#)
- [SITGA/IDEG \(Xunta de Galicia\)](#)
- [INSPIRE \(Xunta de Galicia\)](#)
- [SIGNA, DIGA e IBERPIX \(Instituto Geográfico Nacional\)](#)
- [IDEE \(Instituto Geográfico Nacional\)](#)

Sistema de Información Territorial de Castilla y León. Junta de Castilla y León.

<http://www.sitcyl.jcyl.es/sitcyl/home.sit>

Mapas de Recursos Naturales de Castilla y León: Información Ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.

<http://www.sitcyl.jcyl.es/sitcyl/infodloc.sit>

Banco de datos territorial. Instituto de Estadística. Comunidad de Madrid

http://www.madrid.org/bdt/ListadoAlfabetico.icm?accion_paginacion=3&letra_inicial=A&intervalo=25

NOMECALLES. Nomenclátor oficial y callejero de la Comunidad de Madrid

<http://www.madrid.org/nomecalles/Inicio.icm>

Servicio de cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid, CARTANET

<http://gestiona.madrid.org/mawm/html/web/index.htm>

CARTOMUR. Infraestructura de datos espaciales de referencia de la Región de Murcia (IDERM).

<http://www.cartomur.com/>

Sistema de Información Territorial de la región de Murcia.

<http://www.sitmurcia.com/presentacion/index.htm>

Red de Información Ambiental de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Servicios cartográficos

<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/temas/tema10.html>

Planeamiento urbanístico digitalizado de Andalucía

<http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasyvivienda/obraspublicasyvivienda/portal-web/web/areas/urbanismo/texto/69483fbd-21f9-11df-8891-555105b916a8>

Sistemas de Información Territorial en España. NOSOLOSIG.

http://www.nosolosig.com/option.com_bookmarks/Itemid,96/mode,0/catid,23/navstart,5/search,*.html

Servidores de cartografía sobre medio ambiente. Información Geográfica.

<http://informaciongeografica.blogspot.com/2007/01/servidores-de-cartografa-sobre-medio.html>

Servidores de cartografía climática. Universidad Autónoma de Barcelona.

http://opengis.uab.es/WMS/iberia/espanol/es_bibliografia.htm#servidores

Atlas Climático digital de la Península Ibérica. Universidad Autónoma de Barcelona..

<http://opengis.uab.es/WMS/iberia/index.htm>

Mapas Geológicos escaneados del IGME.

<http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50.asp>

Mapas geológicos vectoriales bajo tarifa.

<http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50digital.asp>

Bases de Datos bioclimáticas.

<http://www.globalbioclimatics.org/>

5.3. Recursos sobre aprendizaje de tecnologías de la información geográfica

Recursos sobre tecnologías de la Información Geográfica y descarga de mapas. NOSOLOSIG

<http://www.nosolosig.com/>

**Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica
International Review of Geographical Information Science and Technology**

<http://geofocus.rediris.es/principal.html>

Artículos, documentos y apuntes sobre cartografía, topografía, SIG, etc. CARTESIA

<http://www.cartesia.org>

TEXTO: Las coordenadas geográficas y la proyección UTM

<http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas-utm-datum.pdf>

TEXTO: Nociones de Cartografía.

http://www.cartesia.org/data/apuntes/nociones/Nociones_de_Cartografia.pdf

TEXTO: Modelos digitales del Terreno. Curso de Introducción.

<http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/CursoMDT/CursoMDT.html>

GEOPORTALES. Dpto. de Geografía, Universidad de Alcalá de Henares.

<http://ide.geogra.uah.es/>

GISWEB, Autoaprendizaje multimedia. Universidad de Alcalá de Henares (Dpto. de Geografía y Universidad de Melbourne)

<http://www.geogra.uah.es/gisweb/>

LOCALIZA es un sistema de ayuda a la decisión espacial para la localización de equipamientos sociales basado en el Sistema SIG [Idrisi For Windows 2.0](#). Universidad de Alcalá, Dpto. de Geografía y Universidad de los Andes

<http://www.geogra.uah.es/~joaquin/localiza/index.html>

OpenCourseWare: Sistemas de Información Geográfica: Técnicas Cuantitativas para Gestión de Datos

<http://ocw.upm.es/proyectos-de-ingenieria/sistemas-de-informacion-geografica-tecnicas-cuantitativas-para-gestion-de-datos>

OpenCourseWare: Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica

<http://ocw.upm.es/proyectos-de-ingenieria/fundamentos-de-los-sistemas-de-informacion-geografica>.

Proyectos de ingeniería. Licenciatura de Ciencias Ambientales.

Última revisión: Septiembre 2008

OpenCourseWare: [Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría](#), [Topografía](#), [Cartografía y Geodesia](#)

<http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia>

TEMAS DE CONSULTA

OpenCourseWare [Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría](#), [Topografía, Cartografía y Geodesia](#)

SISTEMAS DE CAPTURA Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN TERRITORIAL
Antonio Arozarena Villar, Isabel Otero Pastor

[http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-](http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGAMETRIA_Y_TELEDETECCION/sist_capt)

[geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGAMETRIA_Y_TELEDETECCION/sist_capt](http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGAMETRIA_Y_TELEDETECCION/sist_capt)

[uray_analisis_inform.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGAMETRIA_Y_TELEDETECCION/sist_capt)
FOTOGAMETRÍA. I. Otero; A. Ezquerro; R. Rodríguez-Solano; L. Martín; I. Bachiller

[http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-](http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGAMETRIA_Y_TELEDETECCION/sist_capt)

[geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGRAMETRIA_Y_TELEDETECCION/Fotogrametria/fotogrametria_cap_libro.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGRAMETRIA_Y_TELEDETECCION/Fotogrametria/fotogrametria_cap_libro.pdf)

Mancebo, S.; Ortega, E.; Valentín, A.C.; Martín Ramos, B.; Martín Fernández, L. (2008). *Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*. Madrid. Los autores. ISBN: 978-84-691-7370-1

http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/tema_10_sig/Mancebo_Quintana_SIG_2008a.pdf

Mancebo, S.; Ortega, E.; Valentín, A.C.; Martín Fernández, L. (2008). *Libro SIG aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental: ejercicios*. Madrid. Los autores. ISBN: 978-84-692-8534-3

http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/tema_10_sig/MANCEBO_QUINTANA_MONO_2009_01.pdf/vie

TELEDETECCIÓN Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. A. Arozarena Villar.

http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGRAMETRIA_Y_TELEDETECCION/Teledeteccion/microsoft-word-teledeteccion_y_sist_tratamiento_digital_imagenes.pdf

6. Conclusiones

El tiempo asignado a la enseñanza de SIG en 2º curso es muy escaso para permitir el dominio de la herramienta y poder ser utilizada en las prácticas de las asignaturas del grado, si bien puede dar un conocimiento básico. Hay que tener en cuenta que la asignatura va dirigida a alumnos de 2º curso con la madurez intelectual que les corresponde, y una información recibida de las asignaturas de la carrera, aún muy limitada. Por esta razón la adecuada comprensión del funcionamiento del SIG y los ejemplos lleva un tiempo que puede ser dilatado.

No obstante se puede insistir en los aspectos de adquisición de información digital, desde bases de datos, digitalización o mapas escaneados, de manera que puedan transferirse a una hoja de cálculo y utilizarse ésta como un SIG rudimentario. Tendría la ventaja de permitir comprender perfectamente las órdenes y mecanismos de integración de la información que realiza el SIG.

La asignatura optativa de 4º curso SIG avanzado sí permitiría obtener la destreza en muchos aspectos del programa, y utilizarse en los trabajos fin de grado y en las asignaturas del máster de ingeniero de montes.

Este proyecto puede ser útil para la asignatura de 4º curso, SIG avanzado, pues las órdenes y operaciones que se han indicado son muy comunes en las prácticas de la carrera, trabajos fin de grado o profesionales.

Correspondencia (Para más información contacte con):

María Victoria Núñez Martí.

Phone: +34913366401+

Fax: + 34915439557

E-mail: mvn@iies.es

URL: <http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=grupo.jsp&idGrupo=242>