



teledetección práctica

Utilizando la plataforma educativa **RS**-educa

Alfonso Fernández-Manso
Carmen Quintano Pastor



teledetección práctica

Utilizando la plataforma educativa **rs-educ**a

Dr. Alfonso Fernández-Manso. Universidad de León
Dra. Carmen Quintano Pastor. Universidad de Valladolid



SUMARIO

- P1:** PRESENTACIÓN DE RS-EDUCA: INFORMACIÓN, RECURSO Y UTILIDADES
- P2:** RS-EDUCA Y SU APLICACIÓN EN UN PROYECTO DE TELEDETECCIÓN
- P3:** ANÁLISIS VISUAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE
- P4:** PREPROCESADO I: CORRECCIONES
- P5:** PREPROCESADO II: REALCES Y TRANSFORMACIONES
- P6:** PROCESADO I: CLASIFICACIONES
- P7:** PROCESADO II: ANÁLISIS MULTITEMPORAL
- P8:** PROCESADO II: CLASIFICACIONES AVANZADAS
- P9:** PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- P10:** RECAPITULANDO: ESTUDIO DE UNA COMARCA CON TELEDETECCIÓN

PRESENTACIÓN



El proyecto RS-EducA© ha sido desarrollado para servir como una herramienta educativa en Teledetección que cubra el vacío existente en lengua española. Este proyecto tiene tres importantes componentes: a) software RS-EducA©, b) material educativo RS-EducA©, y c) plataforma educativa RS-EducA©. El proyecto RS-EducA© ha sido testado en varias universidades españolas y se encuentra en un estado preliminar respecto a su utilización en Sudamérica. Desde una perspectiva educativa sus principales aportaciones son: 1) Recursos computacionales: tanto el software como las aplicaciones son de fácil uso; 2) Rampa de aprendizaje: fácil acceso a los recursos de la plataforma en internet; 3) Enseñanza: utilidad de las herramientas de autoaprendizaje y materiales educativos; y 4) Proyectos de Teledetección reales mostrados en orden de complejidad creciente. Resumiendo, el proyecto es altamente innovador tanto desde un punto de vista metodológico como considerando los aspectos instrumentales / operacionales.

Palabras clave: Software de procesamiento de imágenes, Teledetección, Innovación educativa, Aprendizaje orientado a proyectos.

Práctica 1



TÍTULO: **PRESENTACIÓN DE RS-EDUCA:** **INFORMACIÓN, RECURSOS Y UTILIDADES**

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en RS-Educa:

Conocer y acceder a las principales fuentes de información relacionadas con la teledetección; al software Rs-educa, y a las principales páginas para descarga de imágenes de satélite.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura y asegúrate que tienes conexión a internet,



MATERIAL

En esta práctica sólo hará falta una conexión a internet para poder acceder a la página www.rs-educa.org. Toda la información necesaria estará en la propia página

ENUNCIADO

En esta práctica visitaremos y utilizaremos la página web www.rs-educa.org en la que podemos encontrar toda la información necesaria para el aprendizaje de la teledetección.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En esta práctica se pretende tener un conocimiento completo de todas las aplicaciones y recursos que para el estudio de la teledetección tiene el proyecto de innovación educativa rs-educa. En Figura 1. se representa el menú principal de su página web.

Figura 1. Distintas vistas de la página web de rs-educa



- 1) En primer lugar visualizaremos el video “La teledetección en síntesis” (Chuvienco, 2011) el acceso lo podrás encontrar en la parte inferior de la web. En él nos contarán los aspectos fundamentales de la teledetección.
- 2) En segundo lugar, realizaremos una visita detallada de todos los apartados de la web: software, aula y campo, recursos, publicaciones y blog noticias. Al final de la visita deberás tener una clara idea de todas las posibilidades de acceso a información y autoaprendizaje que tiene rs-educa.



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1) Realiza un esquema de los contenidos del video de Chuvieco, 2011.
- 2) ¿En qué direcciones de internet puedes realizar descargas de imágenes de satélite? Haz un breve resumen de las instituciones que las gestionan y de las imágenes que están disponibles.
- 3) Revisa el blog de noticias de **rs-educa** e indica cuáles son los principales avances actuales de esta ciencia (nuevos satélites, nuevas aplicaciones, etc.).
- 4) ¿Cuáles son las principales asociaciones nacionales e internacionales relacionadas con la teledetección?
- 5) ¿Cuáles son las principales publicaciones científicas que publican estudios sobre teledetección? ¿Qué revistas están disponibles en idioma castellano? Descárgate algún artículo científico que consideres interesante para tu actividad profesional.

Práctica 2



TÍTULO: RS-EDUCA Y SU APLICACIÓN EN UN PROYECTO DE TELEDETECCIÓN

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en **rs-educa**:

- * Podrás conocer las fases y etapas de un proyecto de teledetección en el entorno **rs-educa**
- * Tendrás una idea general del territorio geográfico del proyecto piloto de **rs-educa**: la comarca de El Bierzo
- * Te habrás familiarizado con el entorno de programación **rs-educa** y sus utilidades
- * Podrás visualizar imágenes obtenidas por diferentes sensores y sabrás calcular las estadísticas básicas de cada imagen.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software **rs-educa** y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios.



MATERIAL

En la tabla 1 se especifican las imágenes de satélite que se utilizarán en la práctica. Estas están clasificadas como:

1. Imágenes alta resolución

Imágenes Ikonos de la región de Sichuan (China), tomada el 10-03-2000, e imagen urbana del El Cairo, del 08-08-2000.

2. Imágenes media resolución

* Imágenes Landsat 7 del sensor Etm+. Las siete bandas más la imagen pancromática (en dos resoluciones) de una imagen Landsat—7 de la comarca de El Bierzo tomada el día 5 de septiembre de 2000

* Imágenes del satélite chino-brasileño CBERS-2 del sensor CCD del 14 de noviembre de 2008 (también de la comarca de El Bierzo).

* Imágenes del satélite francés SPOT-5 del 18 de julio de 2004 (también de la comarca de El Bierzo).

3. Imágenes baja resolución

* Imágenes de los satélites TERRA y AQUA del sensor MODIS, producto 9GQ o reflectividad de superficie.

* Imagen NOAA-AVHRR de la Península Ibérica tomada el día 13 de julio de 1994.

Tabla 1. Listado de ficheros disponibles

Satélite/ Sensor	Bandas	Fechas	Ficheros
Landsat 7/Etm+	1-7 y pan	05-09-2000	ETM_05092000_bx
Landsat 1/MSS	5-7	10-08-1977	MSS_10081977_bx
CBERS-2 /CCD	1-4	14-11-2004	CCD-CBERS-2_14112004_bx
Terra-Aqua/MODIS	1-7	01-08-2009	MODIS_01082009_bx
SPOT-5	1-4	18-07-2008_	spot5_18072008_b1
NOAA/AVHRR	1-5	13-07-1994	avhrr_13071994_bx
Ikonos	1-3	08-08-2000	ikonos_08082000_bx
Ikonos	1-4	10-03-2000	ikonos_10032000_bx

ENUNCIADO

En esta práctica, el objetivo fundamental es conocer el entorno de trabajo **rs-educa**, su barra de menú, y sus comandos básicos para visualizar diferentes imágenes de satélite, observar sus características estadísticas, su fichero de documentación correspondiente, los valores digitales en cada píxel, ..., en definitiva, familiarizarnos con el entorno **rs-educa**.



Además trabajaremos sobre las fases de un proyecto de teledetección utilizando **rs-educa**. En la Figura 1 se puede comprobar la relación entre un proyecto real (profesional) de teledetección y su relación con el proyecto educativo diseñado. En este gráfico se puede observar como el conjunto de las 9 prácticas planteadas siguen la secuencialidad de un proyecto real.

Además tendremos una primera aproximación a la comarca de El Bierzo-León que utilizaremos como comarca experimental para nuestra práctica.

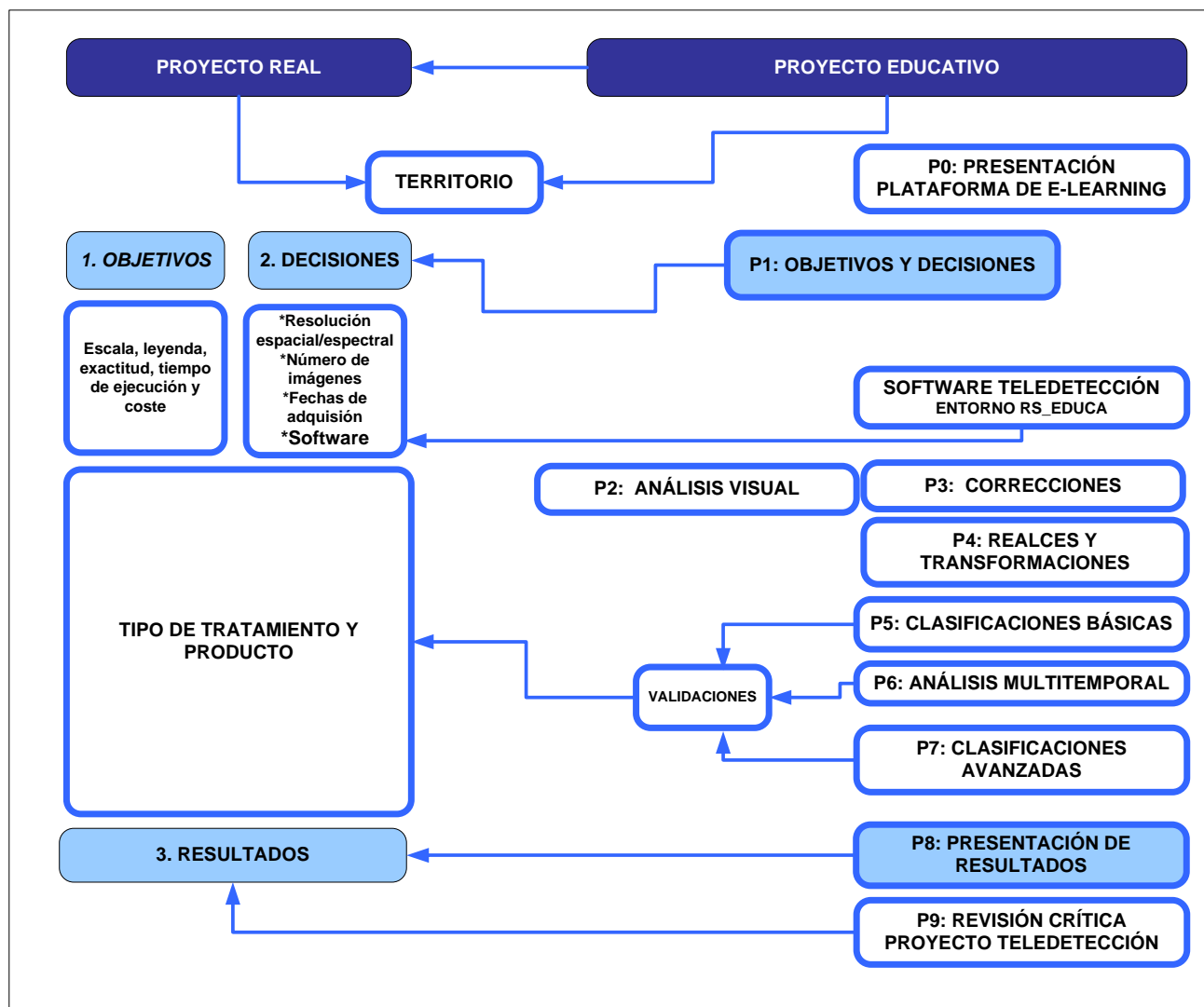


Figura 1. Relaciones entre un proyecto real y el AOP de Rs-educa

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Ya que se trata de la primera práctica que realizarás, antes de describir paso a paso la forma de llevarla a cabo, presentaremos muy brevemente tanto las características fundamentales de la zona de estudio, como las del programa que emplearemos.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Área de estudio: Comarca de El Bierzo

La comarca de El Bierzo es una de las comarcas más complejas y evocadoras de la Unión Europea. Su caprichosa forma circular, delimitada por las montañas periféricas, es su definición más singular. El papel protector de este relieve, la baja altitud media así como las características termoplumiométricas, crean unas condiciones ecológicas singulares, manifestadas en una rica y variada vegetación. La estratégica situación de la comarca entre dos regiones florísticas (Mediterránea y Eurosiberiana) da a este territorio una gran relevancia geobotánica y biogeográfica. Así, dentro de un mismo valle podemos encontrar sotos de castaños y rebollares, junto con especies típicamente mediterráneas como encinares y alcornoques. La importancia biográfica se expresa también con la existencia de importantes endemismos y en su flora relictas. Se asocia a esta riqueza vegetal una variada e interesante fauna (Fernández-Manso et al., 2004).

La Figura 2 represente el territorio de prácticas (zona central de la Comarca de El Bierzo) y la Figura 3 es un mapa 1:125 000 de la misma zona. La población que aparece en el centro (debajo de la curva de la autopista A6) es Bembibre, el segundo núcleo poblacional más importante (10000 habitantes) después de Ponferrada (capital de El Bierzo).

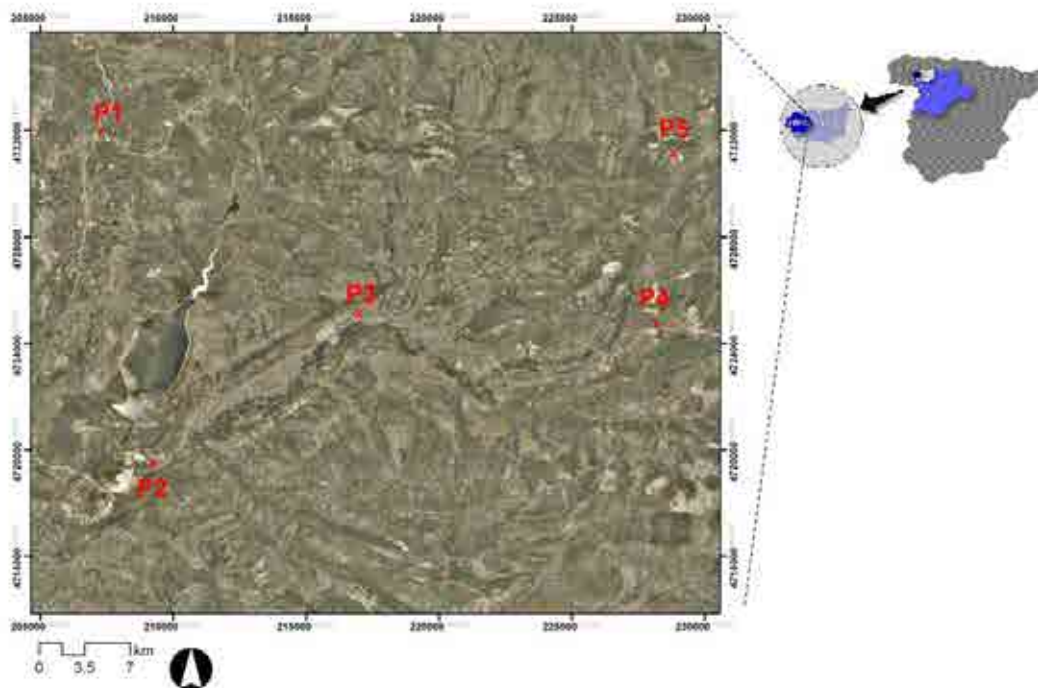


Figura 2. Territorio de prácticas, la comarca de El Bierzo

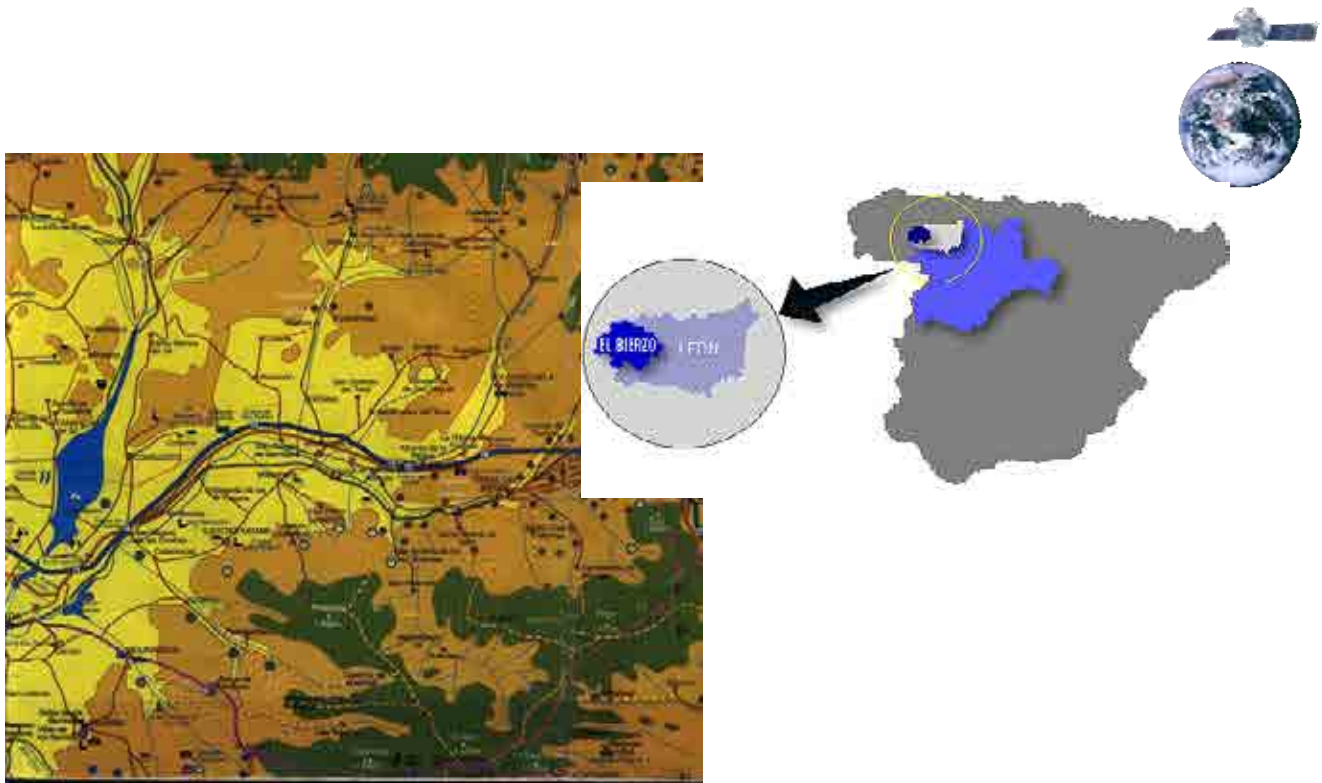


Figura 3. Mapa 1:125 000 de la zona de trabajo

La zona puede incluirse dentro del denominado Macizo Astur-leonés, sector occidental de la Cordillera Cantábrica cuyos valles discurren en la dirección norte-sur. El curso de agua de mayor entidad en la zona estudiada es el río Boeza, principal afluente del Sil, y uno de los ejes hidrológicos de la Comarca. Atendiendo a aspectos geológicos-económicos, se debe prestar especial atención al carbón, modelador económico y social; y a la pizarra, existiendo numerosas minas de ambos recursos aún en funcionamiento en la actualidad. Respecto a los usos del suelo, caben destacar: usos agrícolas (hortofruticultura, viñedos) y forestales (castaño, rebollo, encina, pino pinaster y radiata, chopo) y matorral.

La Figura 4 muestra algunas fotografías de algunas cubiertas fácilmente identificables a simple vista en la ortofotografía, como la cubierta forestal y las zonas ocupadas por la minería del carbón.



Figura 4. Cubierta forestal y zonas mineras

En la Figura 5 aparece la ortofotografía digital del año 2001 de la misma zona, proporcionada por el Servicio de Información Territorial de la Junta de Castilla y León. En ella puedes observar en negro, el embalse de Bárcena en cuyo margen izquierdo se sitúa la central térmica de Compostilla, en tonos gris oscuro, las diferentes explotaciones de carbón, algunas de ellas activas aún en la actualidad, en tonos verdes oscuros, las zonas forestales,...



Figura 5. Zona de trabajo

1.2. Rs-educa: visión general

Uno de los principales logros del proyecto es haber desarrollado un software para procesamiento de imágenes de satélite intuitivo, y de fácil empleo siguiendo ejemplos integrados en una secuencialidad semejante a la que se aplica en las metodologías de un proyecto real de teledetección. La facilidad de manejo ha sido la gran meta, esto ha implicado recoger una serie de rasgos que simplifiquen su utilización.

rs-educa software ha sido desarrollado utilizando el lenguaje de programación C++ y el entorno de programación Microsoft Visual C++ 6.0. Los requerimientos mínimos del sistema en el que se desee instalar **rs-educa** software son: Microsoft® Windows® XP, NT 4.0 o 2000; Procesador a 1,4 GHz o superior; 256MB de memoria RAM; 2.5 MB de espacio disponible en disco; Tarjeta de vídeo de 32 MB.

La Figura 6 muestra la vista general del entorno de trabajo. El menú del sistema se ubica en la parte superior de la aplicación. Al pulsar sobre una opción del menú que no incluya la flecha, se ejecutará el módulo de la aplicación asociado a ese elemento del menú. En la Figura 7 se recoge la estructura de menus y submenus, que sigue una secuencialidad lógica e intuitiva.

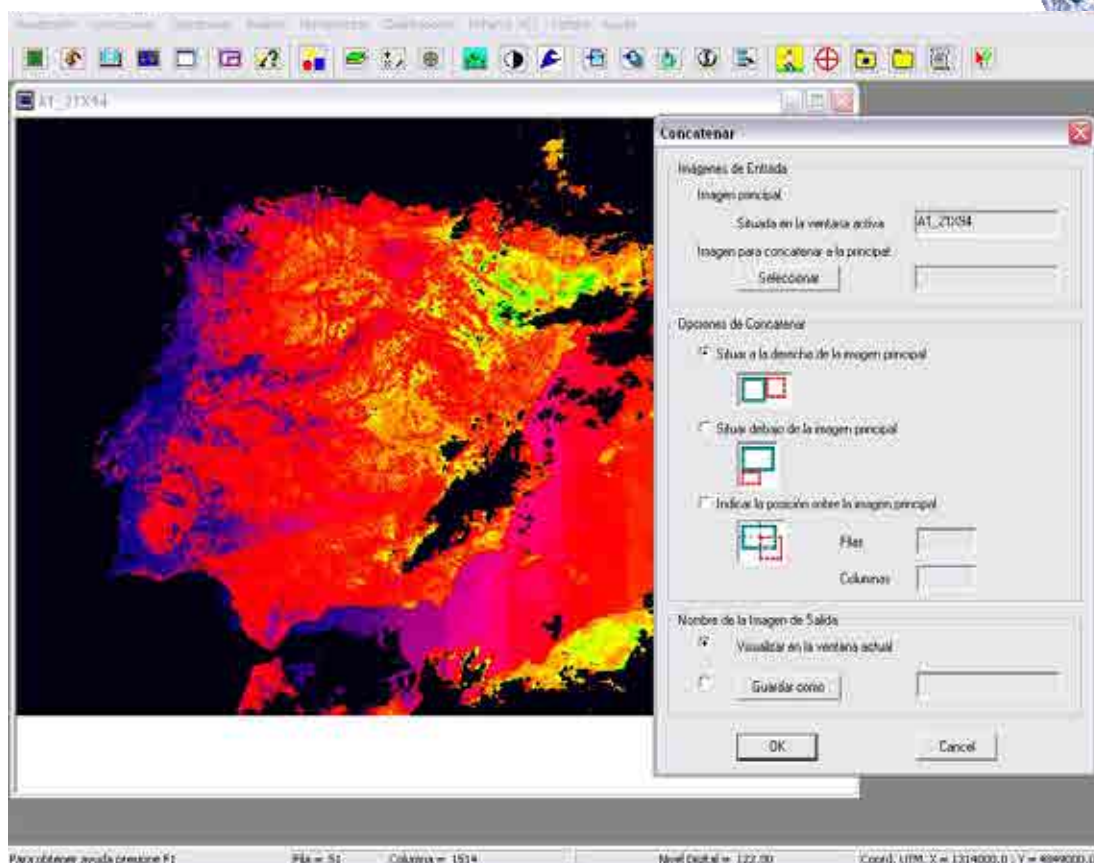


Figura 6. Vista general del entorno de trabajo



Figura 7. Estructura de menus y submenus

En la Figura 8 se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento general de las operaciones que permite realizar el programa.

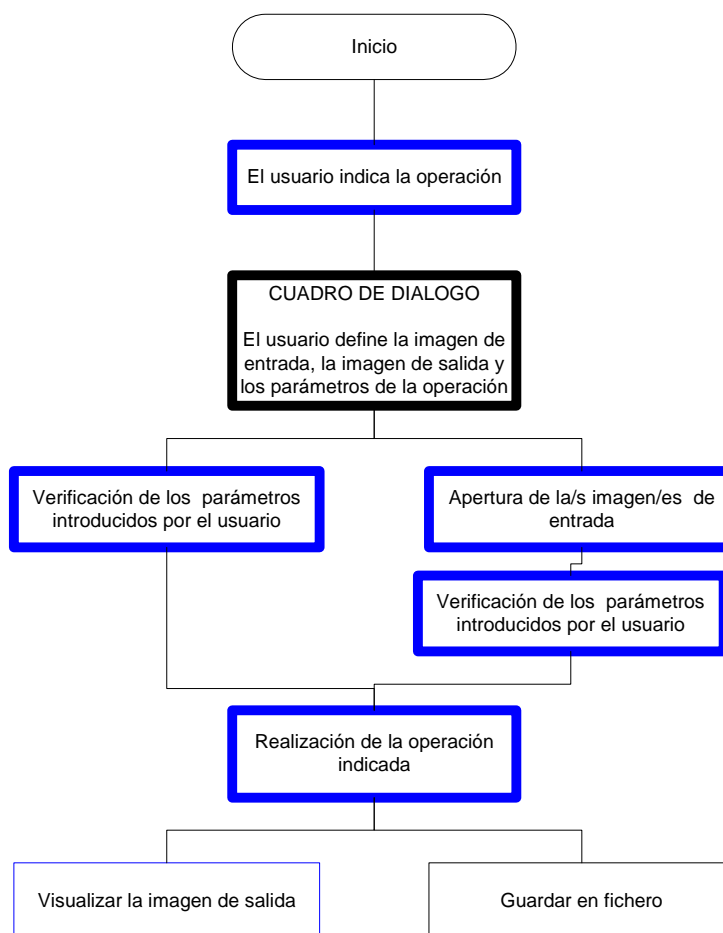


Figura 8. Diagrama de flujo del programa.

Rs-educa consta de un programa de interface de usuario y de una serie de módulos que facilitan la entrada, visualización y análisis de datos geográficos que se describen en forma de capa temáticas. Ejemplos de estas capas podrían ser una capa de redes viarias, una capa de elevación, una capa de tipo de suelo, etc. Todo el análisis se lleva a cabo sobre dichas capas temáticas. No obstante, para su visualización es posible integrar una serie de capas en una composición nueva.

Ya que los datos geográficos pueden ser de diferentes tipos, **rs-educa** incorpora dos formatos básicos de capas temáticas: las capas de imagen raster y las capas vectoriales.

Las imágenes raster describen una región del espacio por medio de una matriz de celdas básicas (píxeles). Cada una de estas celdas contiene el valor numérico que expresa una determinada característica del terreno en esa localización. Las imágenes raster son muy apropiadas para describir datos continuos espacialmente como elevación, niveles de la biomasa, temperatura y datos de precipitaciones, etc.

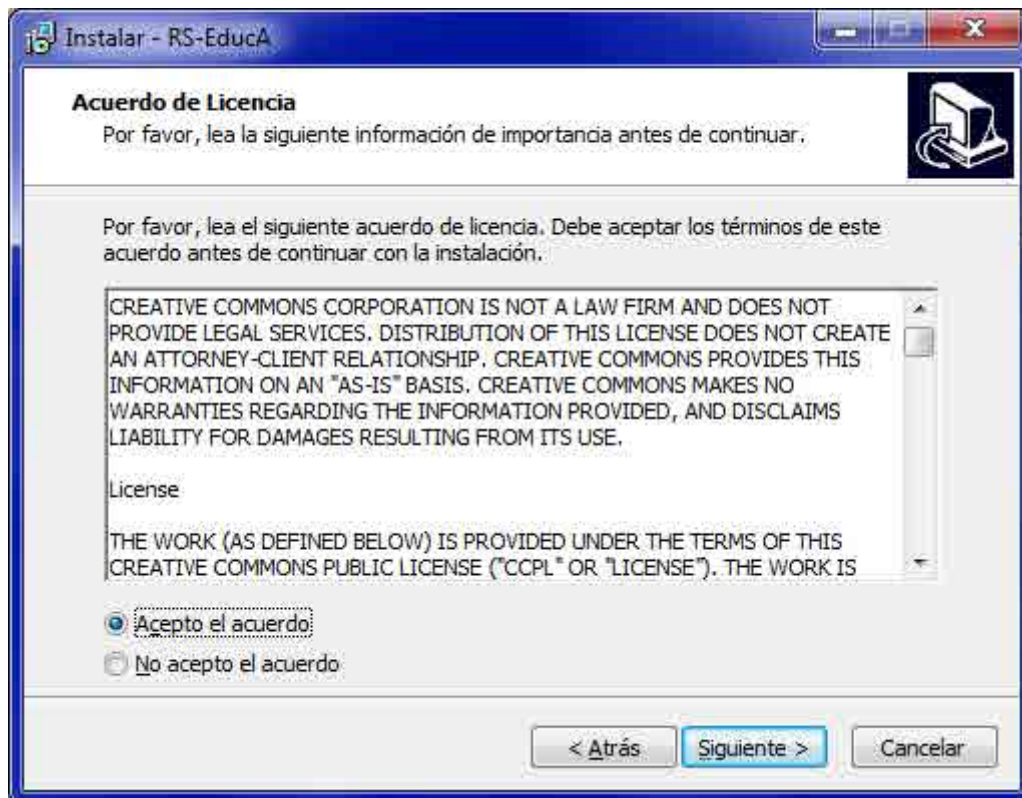
Las imágenes vectoriales, por otro lado, son útiles para describir los distintos elementos del paisaje, como caminos, límites de propiedad, distritos administrativos, ... Para ello, almacenan una serie de puntos (cada uno referenciado mediante un par de coordenadas espaciales) que describen la localización de los elementos (si son puntos), o su trayectoria o límite mediante una secuencia de puntos unidos por rectas.



Aunque **rs-educa** es adecuado para la entrada y visualización de ambos tipos de imágenes, el análisis se orienta principalmente hacia el empleo de imágenes raster. Por ello, normalmente se describe como un sistema raster. Sin embargo, **rs-educa** también ofrece comandos para trabajar con imágenes vectoriales así como de conversión entre estos formatos.

1.3. rs-educa: instalación del programa

Descarga de la página rs-educa.org y descomprime el archivo `rs-educa-setup.rar`



Utiliza las opciones por defecto. Una vez instalado comprueba si la funciona la ayuda. Si utilizas una versión distinta Windows xp como Windows vista, 7 ó 8 puedes tener problemas a la hora de ejecutarla. Para ello deberas de descargarte de la página rs-educa.org el complemento de la versión de windows que estás utilizando.

1.3. rs-educa: ejecución del programa

Cuando se ejecuta **rs-educa**, la ventana de la aplicación ocupará la pantalla completamente (en la terminología de Windows, se maximizará automáticamente). En esta ventana es posible destacar además de la zona de trabajo, la barra de menú, la barra de botones y la barra de estado.

En la parte superior de la ventana de la aplicación aparece la barra de menú. La barra de la botones aparece inmediatamente debajo del menú, cada uno de los botones representa un módulo del programa que puede activarse pulsando sobre dicho botón (Ver figura 9).

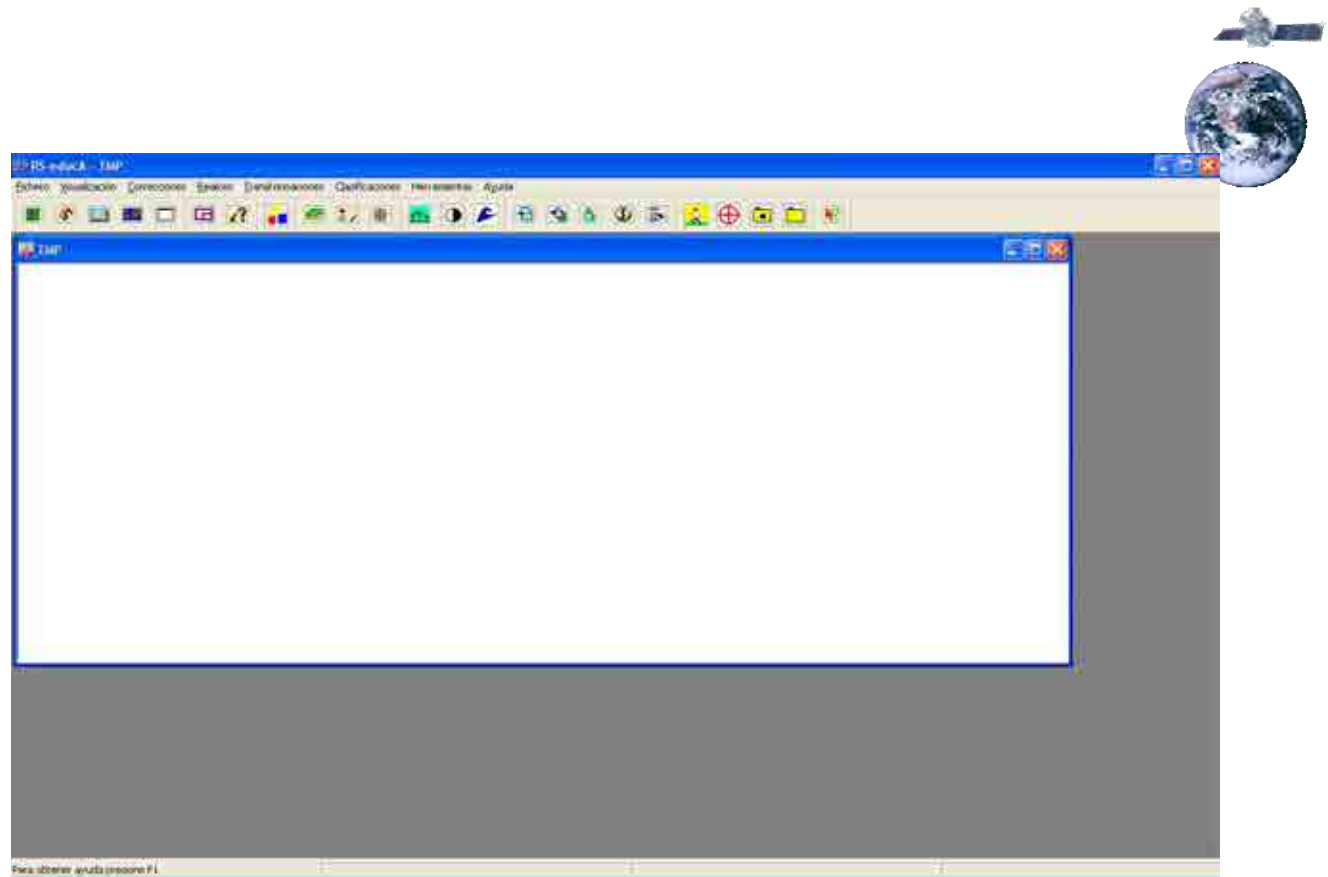


Figura 9. Ventana principal del programa

En la parte inferior de la ventana de la aplicación, aparece la barra de estado que proporciona diferente información sobre el funcionamiento del programa. Cuando se visualizan capas temáticas, en la barra de estado aparecerá la posición del cursor dentro de dicha capa (fila y columna). Si la imagen esta georreferenciada también aparecerán sus coordenadas en el sistema de referencia. Por otra parte, al ejecutar los diferentes módulos, en la barra de estado también se indica el porcentaje de trabajo realizado.

1.4. rs-educa: ficheros raster

Una vez introducido el programa que emplearemos, vamos a describir rápidamente el formato de los ficheros que más utilizaremos al realizar las prácticas: los ficheros raster.

Los ficheros raster se identifican por la extensión '.rse'. Como se ha indicado en la introducción, los ficheros raster representan un territorio dividiéndolo en celdas básicas mediante una cuadrícula de tamaño determinado. Cada celda se representa por un valor numérico que se corresponde con la característica del territorio representada por la imagen. Las celdas de la imagen constituyen los elementos de visualización o píxeles.

El valor numérico de cada píxel admite diferentes formatos en **rs-educa**. Es posible utilizar la codificación ASCII o bien uno de los siguientes formatos binarios:

1. Byte: Número sin signo de 8 bits. Rango: 0:255.
2. Integer: Número con signo de 16 bits. Rango: -32768:32767
3. Real: Formato IEEE, 32 bits. Rango: $\pm 1 \cdot 10^{38}$

Existe un comando para realizar la conversión entre ellos.



Cada fichero '.rse' lleva asociado un fichero de documentación '.inf' con información sobre el formato de los datos de la imagen (ASCII, binario, ...), el número de filas y columnas de la imagen, sus valores máximos y mínimos,Es posible editar este fichero mediante el comando **Fichero/Información de la imagen**. En la Figura 10 puedes ver la información de una imagen de referencia.

Información de la imagen			
Nombre de la imagen	Banda		
Tipo de dato	byte	Mínimo X	205825.00
Tipo de archivo	binary	Máximo X	229405.00
Columnas	786	Mínimo Y	4715065.00
Filas	647	Máximo Y	4734475.00
Sistema de referencia	utm-30n	Error de posición	unknown
Unidades de referencia	m	Resolución	unknown
Unidad de distancia	1.00	Mínimo valor	5
		Máximo valor	126

Aceptar

Figura 10. Ventana de información de la imagen

Para obtener información más detallada del funcionamiento de cada módulo o comando, acude a la ayuda del programa en la que se describen tanto la operación concreta a realizar como la forma de utilizar el cuadro de diálogo (figura 11)



Figura 11. Ventana de ayuda de Rs-educa

2. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

2.1. Familiarización con el entorno

Ejecuta ahora el comando **Fichero/Información de la imagen**, como puedes observar de esta forma puedes conocer cuáles son los ficheros existentes en el directorio de trabajo. Además, seccionando un determinado fichero (raster o vectorial) puedes visualizar información detallada del mismo. Compruébalo!

Vamos a verificar ahora el funcionamiento del comando **Visualización/Imagen** para visualizar una imagen raster. Tendrás que seleccionar el nombre del fichero y la paleta con la que deseas visualizarlo. Elige un el fichero 'avhrr_13071994_b3', con la paleta 'Cuantitativa256'. Para poder observar las estructuras que no se aprecian a simple vista, utiliza el comando **Visualización/Zoom/Zoom hacia delante** (o bien selecciona el botón correspondiente) y marca la ventana de la imagen que quieres ampliar. Prueba las diferentes opciones de zoom: **Visualización/Zoom/Zoom hacia atrás**, **Visualización/Zoom/Pantalla completa** y **Visualización/Zoom/Pantalla normal**.

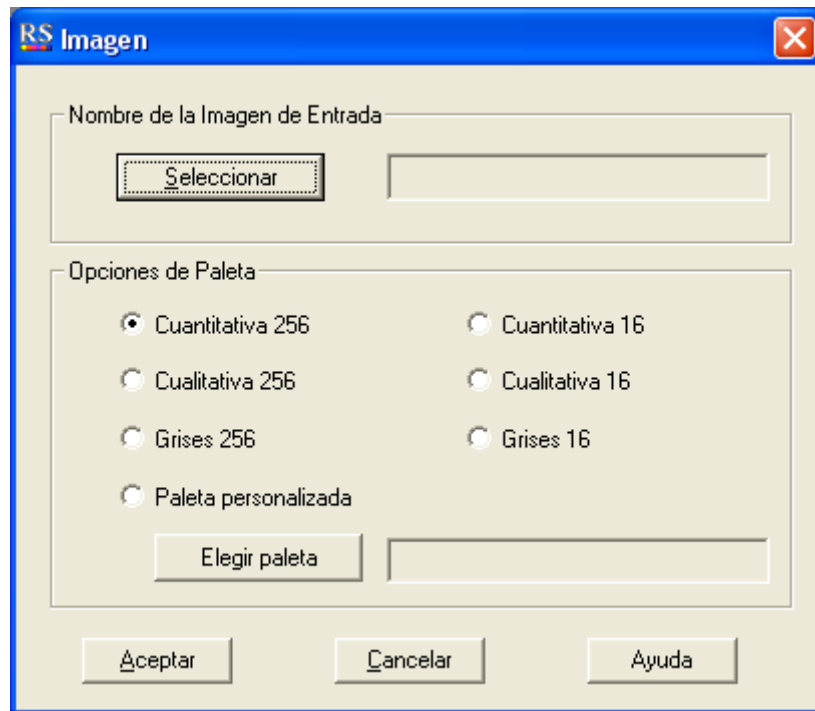


Figura 12. Ventana de para la visualización de un imagen

Otra gran facilidad que ofrece el programa es poder conocer el valor digital, ND, de un determinado píxel seleccionado sobre la imagen con el ratón. Para ello, selecciona el comando **Visualización/Nivel digital del píxel** (o bien selecciona el botón correspondiente), verás como en la barra de estado aparece el nivel digital del píxel seleccionado.

Ahora vamos a trabajar con imágenes vectoriales. Al trabajar con este tipo de imágenes es frecuente superponerlas a imágenes raster. Sobre la imagen 'avhrr_13071994_b3' visualiza el fichero vectorial 'islas' empleando el módulo **Herramientas/Vectorial/Abrir fichero**. Una vez observado, cierra el fichero 'islas' mediante el comando **Herramientas/Vectorial/Cerrar fichero**.

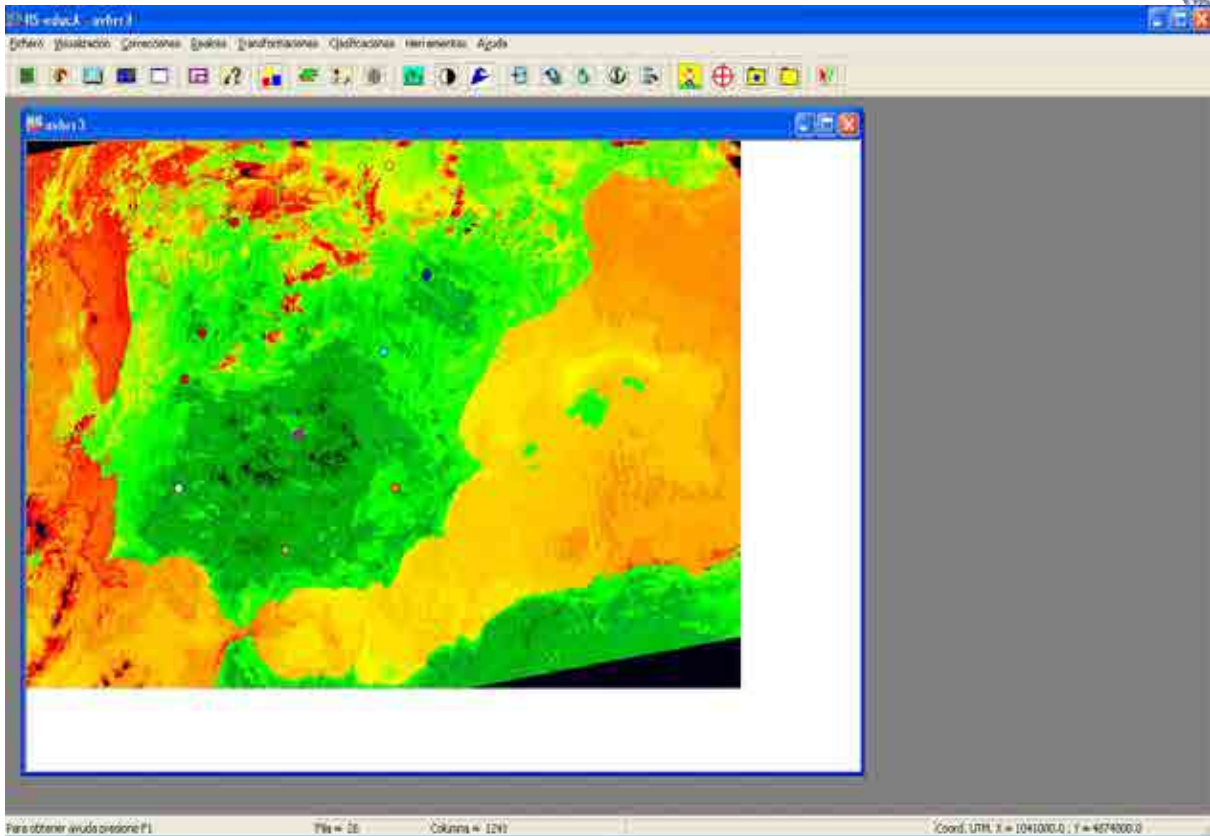


Figura 13. Ejemplo visualización de imagen NOAA- Avhrr

2.2. Visualización en pantalla de diferentes tipos de imágenes

Ahora que ya sabemos cómo visualizar las imágenes de satélite en el entorno de trabajo, vamos a comparar imágenes de diferentes sensores pasivos, atendiendo principalmente a su resolución espacial. También observaremos el diferente comportamiento en cada una de las bandas espectrales.

Visualiza a continuación las imágenes NOAA-AVHRR. Compara su resolución espacial con la de las imágenes Ikonos ¿observas la diferencia a simple vista?

Abre ahora las imágenes landsat ETM+ y MSS compáralas entre sí y con las anteriores imágenes visualizadas.

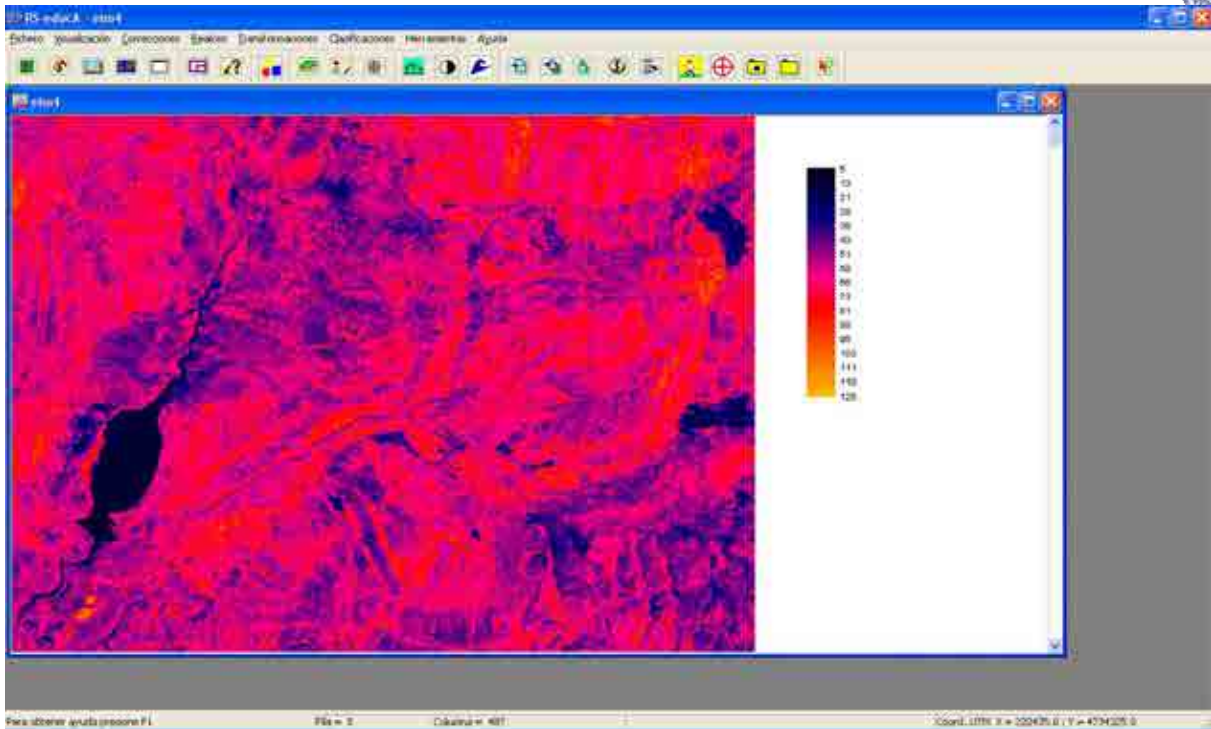


Figura 14. Ejemplo visualización de imagen Landsat - Etm

2.3. Obtención de estadísticos

En algunas ocasiones es interesante conocer datos de la imagen como su valor medio, su desviación típica, sus valores máximos y mínimos, Obtén los estadísticos asociados a la imagen 'avhrr_13071994_b2' empleando el comando **Herramientas/Estadísticos** (ver figura 15)

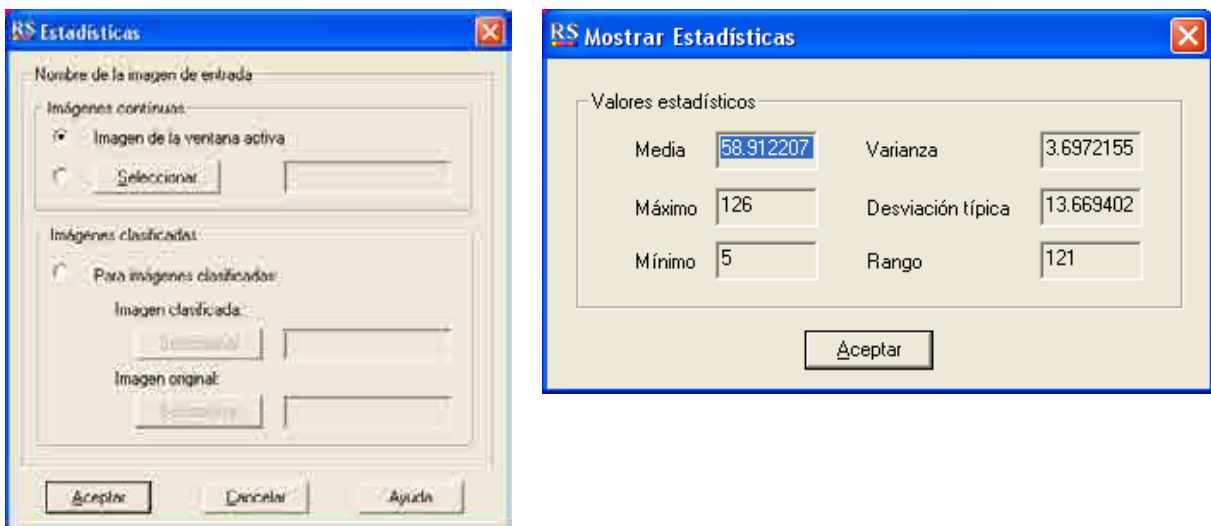


Figura 15. Estadísticas banda 4 (Etm4) de Landsat



Si deseas visualizar el histograma de una determinada imagen, visualiza esta imagen (**Visualización/Imagen**), y a continuación utiliza el comando **Visualización/Histograma** (ver figura 11) Pulsa el botón 'Ver histograma' que aparece en la nueva pantalla y muévete por el eje X con la ayuda de los botones-flecha observando el ND del valor seleccionado y el número de veces que aparece en la imagen de forma absoluta y relativa (valor en el eje Y). Utiliza este comando con las diferentes bandas de la imagen AVHRR. Observa las diferencias entre los valores obtenidos en las distintas bandas.

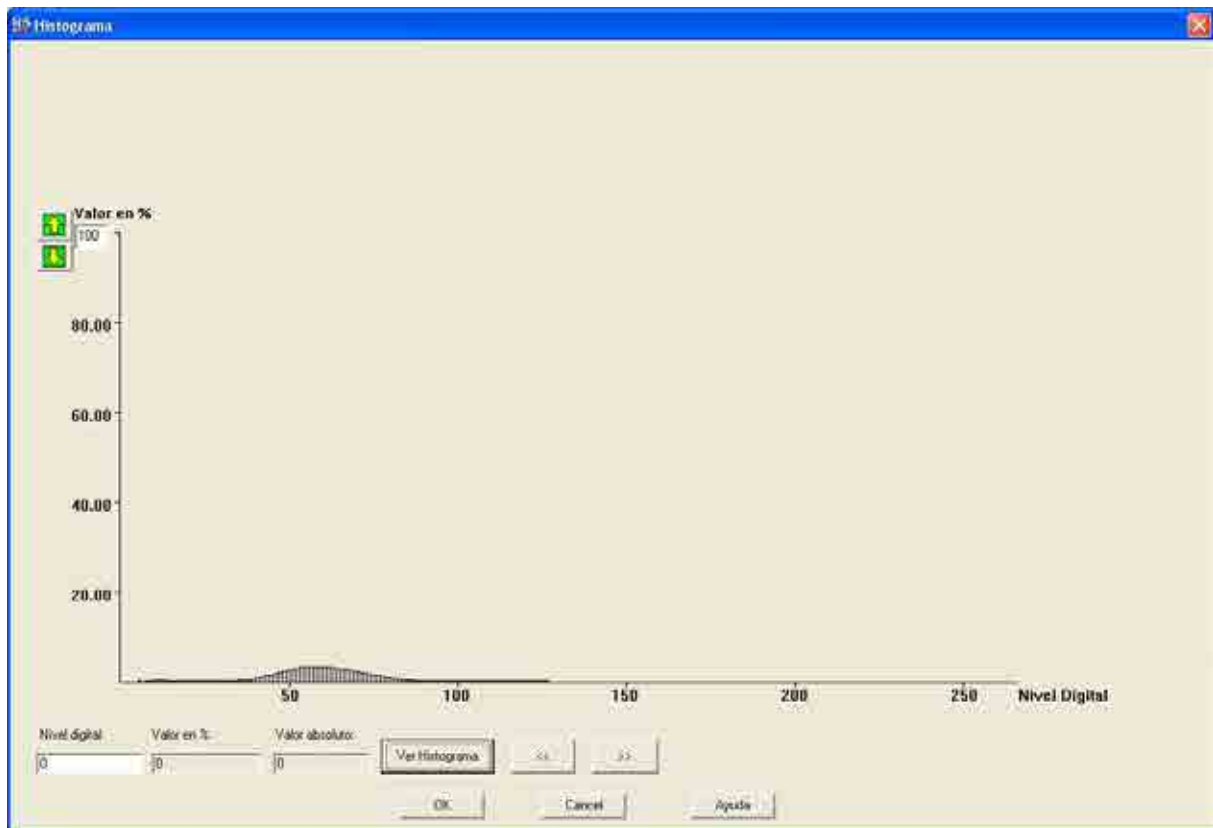


Figura 16. Histograma banda 4 (Etm4) de Landsat



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Sobre las imágenes de satélite y su comprensión

Rellena los campos vacíos de la siguiente tabla correspondientes a imágenes con distintas resoluciones

Satélite/ Sensor	Bandas	Fechas	Resolución			
			E (m)	T(días)	Espectral	R(bits)
Landsat 7/Etm+	1-7 y pan	05-09-2000				
Landsat 1/MSS	5-7	10-08-1977				
CBERS-2 /CCD	1-4	14-11-2004				
Terra-Aqua/MODIS	1-7	01-08-2009				
NOAA/AVHRR	1-5	13-07-1994				
Ikonos	1-3	08-08-2000				

E: Resolución espacial; T: Resolución temporal; R: Resolución Radiométrica

De todas las imágenes visualizadas, ¿cuál es la que tiene mejor resolución espacial?

¿Y cuál tiene mayor resolución temporal? ¿Y radiométrica? ¿Y espectral?

¿Qué bandas del sensor AVHRR se relacionan con energía solar reflejada y cuáles lo hacen con energía emitida por la tierra?

¿Y en el caso del sensor ETM+?

Indica el tamaño en número de filas y columnas de la imagen 'avhrr_13071994_b3'

Indica los valores digitales típicos para el agua, las nubes, la vegetación y el suelo en las imágenes del sensor AVHRR. Indica dichos valores para cada banda.

¿Cuál es el ND medio de la imagen 'avhrr_13071994_b2'?

¿Y cuál es su dispersión típica?

Representa su histograma y comenta su significado

2. Sobre rs-educa y un proyecto de teledetección

¿Cuáles son las principales fases en un proyecto de teledetección si queremos realizar un mapa de usos del suelo a una escala 1:100000?

Plantea otro proyecto (o estudio) en el que se puedan utilizar imágenes de satélite.

Práctica 3



TÍTULO: ANÁLISIS VISUAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en RS-Educa:

- * Realizar una interpretación visual en escala de grises de las distintas bandas del satélite Landsat reconociendo la respuesta espectral de distintos usos del suelo para cada una de las bandas
- * Interpretar visualmente distintos compuestos de color y seleccionar la combinación más adecuada para distintas aplicaciones (incendios, inundaciones,...)
- * Elaborar un mapa de usos del suelo a partir de una interpretación visual.
- * Realizar un análisis multitemporal a partir de la interpretación visual de una serie temporal de imágenes 1977-2011.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura y asegúrate que dispones del material disponible para la práctica.



MATERIAL

En la tabla 1 se especifican las imágenes de satélite que se utilizarán en la práctica.

Tabla 1. Listado de ficheros disponibles

Satélite/ Sensor	Bandas	Fechas	Ficheros
Landsat 1/MSS	4-7	10-08-1977	MSS_10081977_bx
Landsat 1/MSS	4-7	09-09-1984	MSS_09091984_bx
Landsat 5/TM	1-7	16-07-1990	TM_16071990_bx
Landsat 7/Etm+	1-7 y pan	05-09-2000	ETM_05092000_bx
Landsat 7/Etm+	1-7 y pan	20-06-2001	ETM_20062001_bx
Landsat 5/TM	1-7	24-06-2011	TM_24062011_bx

Necesitarás también papel transparente y rotuladores para realizar el mapa de usos del suelo (esta tarea la podrás realizar digitalmente si posees un software SIG creando una capa temática a partir de la digitalización de los polígonos sobre la imagen).

Aviso: Las imágenes ETM_05092000_bx ya fueron descargadas en los archivos de la práctica 2

ENUNCIADO

En esta práctica ensayaremos distintas forma de realizar una interpretación visual de una imagen de satélite o un compuesto de color derivado de la misma. Se elaborará un mapa de usos del suelo y un análisis de los cambios temporales acontecidos en los últimos 35 años (1977-2011).

DESCRIPCIÓN DETALLADA

1. INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES EN ESCALA DE GRISIS

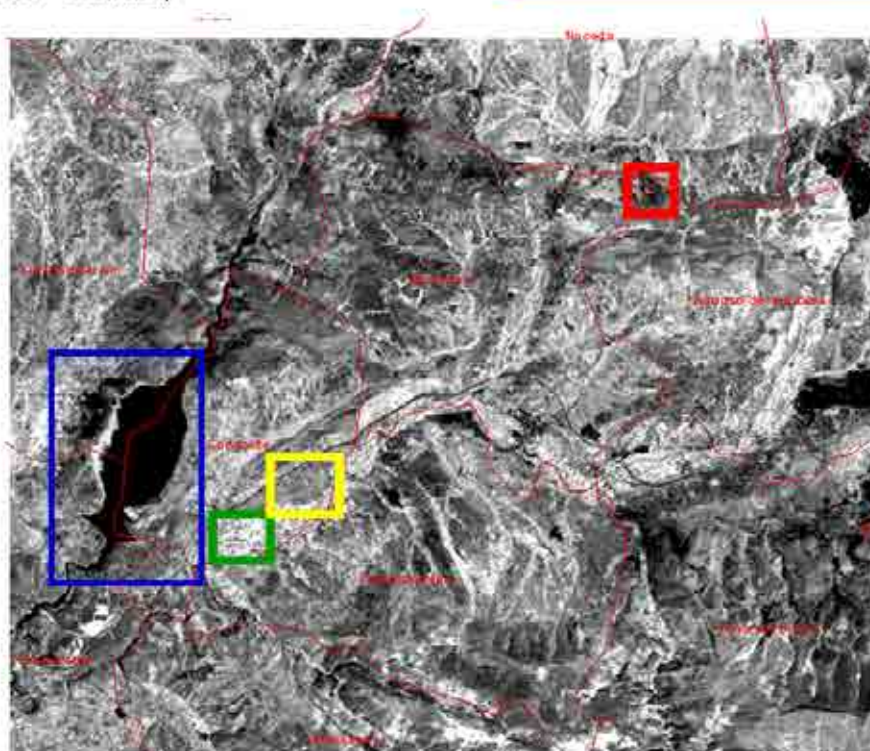
La interpretación de las imágenes en escala de grises que representan los rasgos espectrales que definen las distintas cubiertas (“Usos del suelo”) resulta muy interesante para el análisis visual de imágenes, pues nos permite realizar una interpretación razonada de las imágenes. A continuación se propone un ejercicio que tiene como objetivo la caracterización espectral de distintas cubiertas a partir del análisis visual de imágenes en escala de grises.

Se trata de completar tabla 2 (marcando la casilla apropiada) a partir de la observación de los tonos de gris que presentan las cubiertas a analizar: choperas, lámina de agua del embalse, minería (cielos abiertos y escombreras), cultivos de secano y regadío. Deberás ir comprobando los usos reflejados en la figura 1 en las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7 de la imagen ETM_05092000_bx. En la figura 2 se representa la respuesta de las principales superficies a diferentes longitudes de onda.



Id 3: Embalse
(Congosto - Cubillos)

Id 1: Choperas
(Congosto)



Id 4: Suelo agrícola (Congosto)



Id 2: Cielos abiertos (Noceda)



Figura 1. Diferentes usos del suelo utilizados en la práctica

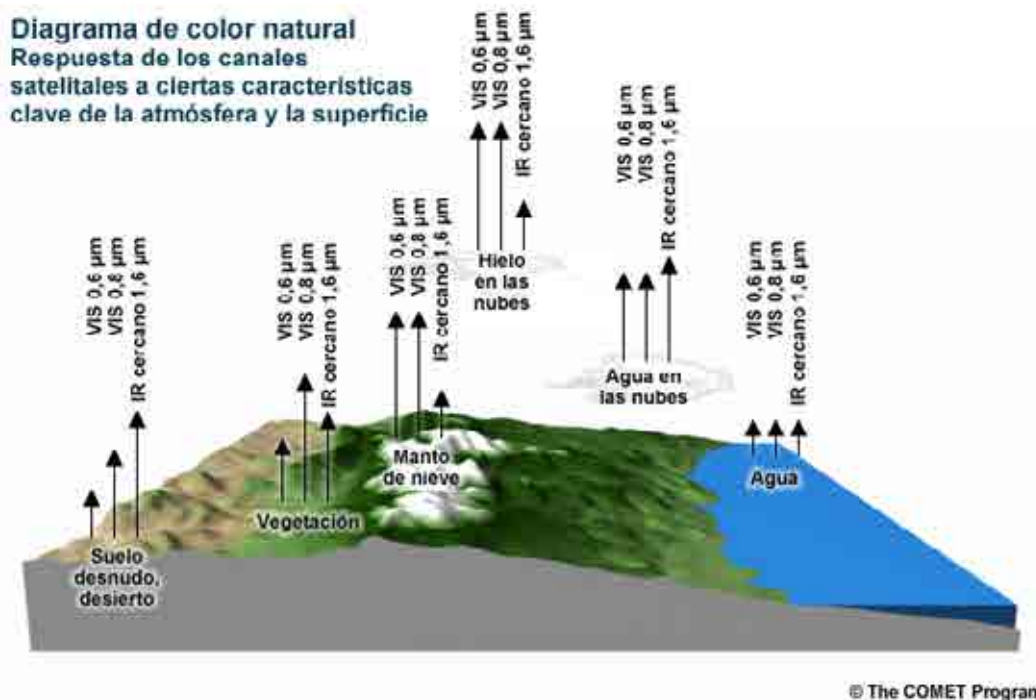


Figura 2. Diagrama de color natural y respuesta de las distintas superficies en diferentes longitudes de onda

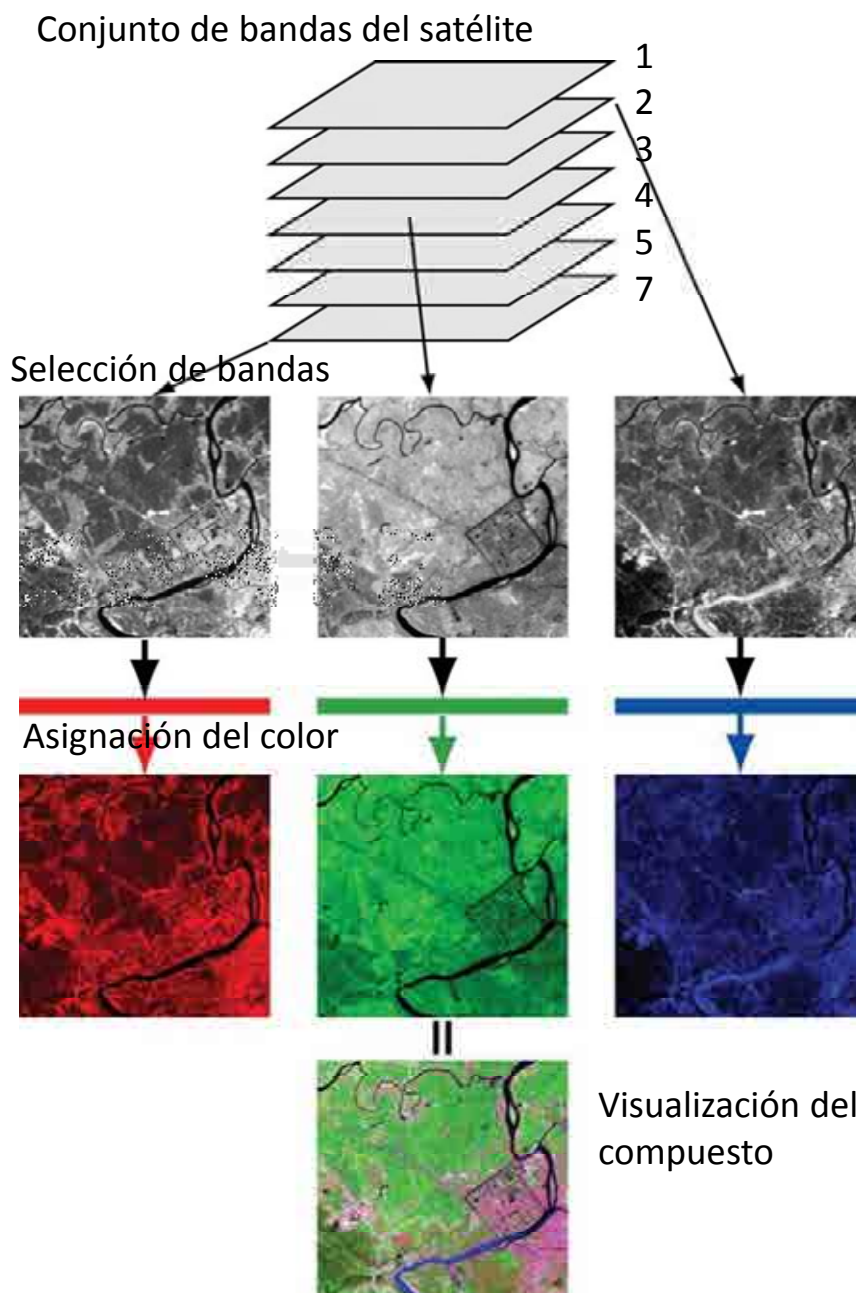
Tabla 2. Niveles de grises para cada banda en las distintas cubiertas estudiadas

Cubierta	Nivel de gris (Brillo)	Banda satélite Landsat (Intervalo espectral en μm)					
		1 (Azul)	2 (Verde)	3 (Rojo)	4 (Infrarrojo próximo)	5 (Infrarrojo medio)	7 (Infrarrojo medio)
		(0,45-0,52)	(0,52-0,60)	(0,63-0,69)	(0,76-0,90)	(1,55-1,75)	(2,08-2,35)
Choperas (1)	BLANCO						
	GRIS CLARO						
	GRIS OSCURO						
	NEGRO						
Minería (2)	BLANCO						
	GRIS CLARO						
	GRIS OSCURO						
	NEGRO						
Agua (3)	BLANCO						
	GRIS CLARO						
	GRIS OSCURO						
	NEGRO						
Cultivo seco (4)	BLANCO						
	GRIS CLARO						
	GRIS OSCURO						
	NEGRO						
Otros	BLANCO						
	GRIS CLARO						
	GRIS OSCURO						
	NEGRO						



2. INTERPRETACIÓN DE COMPUESTOS RGB

Aunque las imágenes en escala de grises como hemos vistos son de gran utilidad, en muchos casos no logran comunicar la información con la misma eficacia que un compuesto o realce RGB y, de hecho, para muchas aplicaciones estos realces son más útiles que los productos generados con técnicas tradicionales de realce de canales individuales en color. En la figura 3 se representa el proceso para la obtención de un compuesto RGB:743



j

Figura 3. Proceso de elaboración de un compuesto RGB:742. Fuente: Horning et al. 2012



En este apartado el análisis visual de imágenes se realiza empleando tres bandas del sensor, coincidiendo con la capacidad de los monitores, empleados en informática, monitores RGB. De esta manera tenemos la posibilidad de enviar en cada uno de ellos una de las bandas del sensor, combinándose en nuestra pantalla y dando distintos colores y tonos. Estos colores y tonos se emplean para analizar visualmente la imagen, combinando las bandas, de manera que se da un primer acercamiento al contenido de la imagen. La técnica de procesamiento de imágenes RGB (sigla que corresponde a las iniciales en inglés de los nombres de los colores Red, Green y Blue, es decir, rojo, verde y azul) brinda una solución simple y de enorme eficacia que permite consolidar los datos de distintas bandas o canales espectrales en imágenes realzadas capaces de comunicar más información que cualquier imagen individual.

Los monitores poseen un total de tres cañones, RGB, red, green, blue – Rojo/Verde/Azul, con los que, por combinación de estos tres colores básicos, se construyen el resto de los colores.

A partir de este ejercicio y teniendo en cuenta la teoría del color (Figura 4) resultará más sencillo interpretar combinaciones multi-banda. Sólo hay que tener en cuenta que el proceso aditivo implica que los píxeles tendrán tanto más intensidad de un determinado color cuanto más blancos aparezcan en la banda a la que se aplique ese color.



Figura 4. Colores primarios – secundarios (izquierda) y respuesta de distintos usos en diferentes longitudes de onda (derecha)

Siguiendo este razonamiento contestar a las siguientes preguntas:

- a) El amarillo se obtiene mezclando:
- b) El cian se obtiene mezclando:
- c) El magenta se obtiene mezclando:
- d) El gris se obtiene mezclando en proporciones iguales:
- e) El negro es resultado de la de los tres colores primarios:
- f) El blanco se obtiene mezclando en proporciones iguales:

En **rs-educa** el modulo encargado de realizar composiciones de color se denomina **Realces/Composición de color** (ver figura 5). Realiza una composición en color real con la imagen



Landsat disponible en el directorio de trabajo. Realiza ahora una composición de falso color RGB: 432¹. Observa las diferencias respecto a la composición de color real.

Para finalizar, repite la operación realizando ahora una composición de falso color RGB:543, y compárala con las anteriores. Guarda la composición en color como imagen .bmp con la opción **Fichero/Exportar/Exportar a .bmp**.

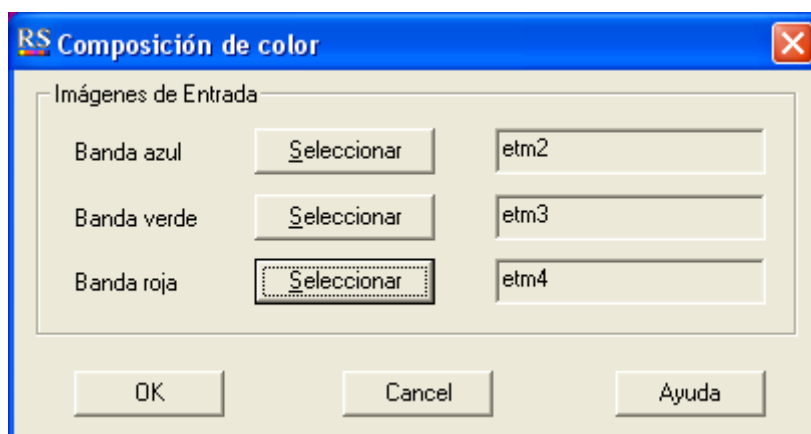


Figura 5. Cuadro de diálogo de composición de color

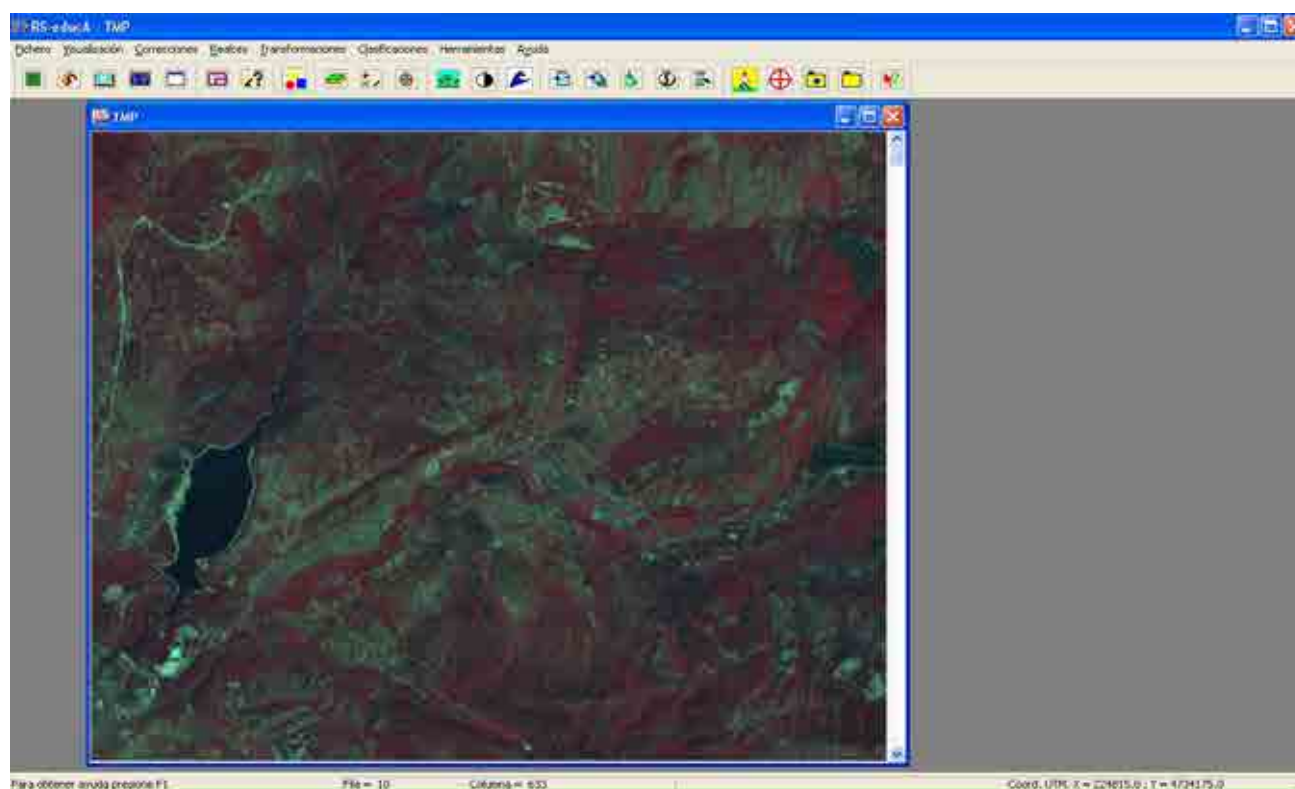


Figura 6. Composición de falso color RGB: 432

¹ Ten en cuenta que en **rs-educA** tendrás que seleccionar primero el azul (banda 2), después el rojo (banda 3) para finalizar con el rojo (banda 4).



Realiza los compuesto RGB:321 (color verdadero) y RGB:432 (Falso color) para las imágenes Landsat ETM_ 05092000_bx y señala en la tabla 2 que color corresponde a cada uno de los usos del suelo. Para terminar elige un compuesto de los especificados en la tabla 3 y comprueba nuevamente el color que tienen los diferentes usos del suelo con los que estamos trabajando. Con el resultado debes rellenar el último apartado de la tabla 3.

Tabla 3. Colores en función de la composición RGB para los distintos usos del suelo

	COLORES								
	Primarios			Secundarios					
COMPUESTO (Usos del suelo)	Verde	Rojo	Azul	Amarillo	Magenta	Cian	Blanco	Negro	Otro
RGB:321 (color verdadero)									
Choperas (1)									
Minería (2)									
Agua (3)									
Cultivo secano (4.1)									
Cultivo regadío (4.2)									
Otros									
RGB:432 (Falso color)									
Choperas (1)									
Minería (2)									
Agua (3)									
Cultivo secano (4.1)									
Cultivo regadío (4.2)									
Otros									
RGB:									
Choperas (1)									
Minería (2)									
Agua (3)									
Cultivo secano (4.1)									
Cultivo regadío (4.2)									
Otros									

Las combinaciones de colores se emplean para discriminar usos del suelo de la imagen, morfología urbana, etc. Para discriminar ciertas cubiertas hay que ir a otros análisis analizando imágenes consecutivas, o de otros años, análisis multitemporal y de contexto, en función del conocimiento previo que se tiene de la zona cubierta por la imagen.



Tabla 4. Interpretación y utilidad de las diferentes combinaciones RGB

R, G, B	Descripción
4,3,2	El estándar composición de "falso color". La vegetación aparece en tonos de rojo, las zonas urbanas son cian azul, y los suelos varían de oscuro a los marrones claros. Hielo, nieve y las nubes son blancas o cian. Las coníferas aparecerá un rojo más oscuro que las frondosas. Se trata de una combinación de banda muy popular y es útil para estudios de vegetación, drenaje y patrones de control del suelo y las diversas etapas de crecimiento del cultivo. En general, los profundos tonos rojos indican frondosas y la vegetación (saludable) mientras que los tintos ligeros significan las praderas o zonas con escasa vegetación. Zonas urbanas densamente pobladas se muestran en azul claro. Esta combinación de bandas TM da resultados similares al color tradicional fotografía aérea infrarroja.
3,2,1	Es la combinación de bandas que representa el "color natural" (el que percibimos al mirar). Debido a que las bandas visibles son utilizadas en esta combinación, las características del terreno aparecen en colores similares a su aparición en el sistema visual humano, la vegetación sana es de color verde, vegetación poco saludable es de color marrón y amarillo, las carreteras son de color gris, y costas son de color blanco. Esta combinación proporciona la penetración de banda mayor cantidad de agua y sedimento superior y la información batimétrica. También se utiliza para los estudios urbanos. Las áreas despejadas y vegetación baja densidad no son tan fáciles de detectar aquí como en la combinación 4 5 1 o 4 3 2. Nubes y nieve aparecen de color blanco y son difíciles de distinguir. Los diferentes tipos de vegetación no son tan fáciles de distinguir como la combinación 4 5 1. La combinación 3 2 1 no distingue aguas poco profundas del suelo, así como lo hace la combinación 7 5 3.
7,4,2	Esta combinación proporciona una interpretación similar al "color natural" la, a la vez que penetra las partículas atmosféricas y el humo. La vegetación sana será un verde brillante y puede saturar en temporadas de fuerte crecimiento, los pastizales aparecerá en verde, las zonas de color rosa representan suelo árido, naranjas y marrones representan áreas con escasa vegetación. Vegetación seca será de color naranja y el agua será azul. Los diferentes suelos y los minerales se destacan en una multitud de colores. Esta combinación de bandas ofrece imágenes impactantes en las regiones desérticas. Es útil para los estudios geológicos, agrícolas y humedales. Si en la imagen aparece algún incendio forestal este se aparecerá de color rojo. Esta combinación se utiliza en las aplicaciones de gestión de incendios para el análisis post-incendio de quemados y no zonas forestales quemadas. Las áreas urbanas aparecen en varios tonos de magenta. Los pastizales aparecen como verde claro. Las manchas de color verde claro dentro de la ciudad indican la cobertura del suelo cubierto de hierba - parques, cementerios, campos de golf. Las manchas de color verde brillante a verde normalmente indican áreas boscosas con conífera, las frondosas tiene un color verde más oscuro.
4,5,1	Vegetación sana aparece en tonos de rojos, marrones, naranjas y amarillos. Los suelos pueden ser en verdes y marrones, las características urbanas son de color blanco, azul y gris, zonas azules brillantes representan las áreas taladas recientemente y zonas rojizas muestran un crecimiento nueva vegetación, pastizales probablemente dispersos. Agua clara y profunda va a ser muy oscuro en esta combinación, si el agua es poco profunda o contiene sedimentos que aparecerían como tonos de azul más claro. Para los estudios de vegetación, la adición de la banda Infrarrojo medio aumenta la sensibilidad de la detección de las diversas etapas de crecimiento de la planta o el estrés, sin embargo se debe tener cuidado en la interpretación de adquisición si sigue de cerca la precipitación. El uso de TM 4 y TM 5 se muestra una alta reflectancia en las zonas con vegetación sana. Es útil comparar las áreas inundadas y áreas con vegetación rojas con los colores correspondientes de la 3 2 1 combinación para asegurar su correcta interpretación. Esta no es una combinación buena para el estudio de las infraestructuras, tales como carreteras y pistas de aterrizaje.
4,5,3	Esta combinación de infrarrojo cercano (banda 4), infrarrojo medio (banda 5) y rojo (banda 3) ofrece la definición de los límites añadido tierra-agua y los detalles se destacan sutiles no fácilmente evidentes en las bandas visibles solamente. Los lagos interiores y arroyos se pueden localizar con mayor precisión cuando se utilizan las bandas infrarrojas. La combinación 4,5,3 demuestra las diferencias de humedad y es útil para el análisis de las condiciones del suelo y la vegetación. En general, el suelo más húmedo, es más oscuro, debido a las capacidades de absorción de infrarrojos de agua.
7,5,3	Esta combinación de bandas también proporciona un interpretación similar al "color natural" y permite al mismo tiempo penetrar en las partículas atmosféricas, el humo y la neblina. La vegetación aparece en tonos de verde oscuro, las características urbanas son de color blanco, gris, cian o púrpura, arenas, suelos y minerales aparecen en una variedad de colores. La absorción casi completa de las bandas de infrarrojo medio en el agua, el hielo y la nieve ofrece bien definidas las líneas costeras y fuentes destacadas de agua dentro de la imagen. La nieve y el hielo aparecen como el azul oscuro, el agua es de color negro o azul oscuro. Las superficies calientes, como los incendios forestales y calderas volcánicas saturar las bandas de infrarrojo medio y aparecen en tonos de rojo o amarillo. Una aplicación particular de esta combinación se seguimiento de los incendios forestales. Durante las temporadas de crecimiento de la vegetación sería mejor utilizar la combinación 7 4 2. Las áreas inundadas debe parecer muy azul oscuro o negro, en comparación con el 3 2 1 combinación en la que poco profundas regiones inundadas aparecen en gris y son difíciles de distinguir.
5,4,3	Al igual que la combinación 4 5 1, esta combinación proporciona al usuario con una gran cantidad de información y contraste de color. La vegetación sana es de color verde brillante y los suelos son de color malva. Mientras que la combinación 7 4 2 incluye TM 7, que tiene la información geológica, la combinación 5 4 3 utiliza TM 5 que tiene la información más agrícola. Esta combinación es útil para estudios de vegetación, y es ampliamente utilizado en las áreas de gestión de la forestal (aprovechamientos forestales) y la zonas con problemas de plagas y enfermedades forestales.
5,4,1	Esta será similar a la combinación 7 4 2 en que la vegetación saludable será de color verde brillante, excepto el 5 4 1 combinación es mejor para los estudios agrícolas.
7,5,4	Esta combinación no utiliza ninguna banda del visible. Proporciona la mejor penetración atmosférica. Las líneas de costa y playas están bien definidas. Se puede utilizar para encontrar las características de textura y la humedad de los suelos. La vegetación aparece de color azul. Si el usuario prefiere la vegetación verde, debe ser sustituido por la 7 4 5 combinación. Esta combinación de bandas puede ser útil para estudios geológicos.
5,3,1	Esta combinación muestra texturas topográficos, mientras que el 7 3 1 puede mostrar diferencias en los tipos de roca



3. CARTOGRAFÍA DE LOS USOS DEL SUELO POR INTERPRETACIÓN VISUAL

A partir del compuesto RGB que mejor discrimine los usos del suelo de la zona de estudio elabora una cartografía básica de los usos del suelo teniendo en cuenta los criterios de identificación estudiados en las clases teóricas (tono, textura, patrón, etc.)

Elabora una leyenda que incluya los principales usos del suelo o categorías temáticas, por ejemplo, esta sería una leyenda estándar para los principales usos del suelo de la provincia de León:

- | | | |
|-------------------------|----------------------------|--|
| 1. Núcleos de población | 4. Coníferas | 7. Cultivos de regadío |
| 2. Pastizales | 5. Frondosas perennifolias | 8. Suelos descubiertos
(incluirá cultivos de secano
ya cosechados) |
| 3. Matorral | 6. Frondosas caducifolias | 9. Láminas de agua |
| | | 10. Actividades mineras |

Realiza la clasificación visual de la imagen, discriminando y delimitando sobre un acetato transparente los distintos usos del suelo. Se recomienda comenzar delimitando áreas homogéneas. Es probable que en algunas zonas, la superficie ocupada por una categoría sea inferior a la unidad mínima cartografiable. Será necesario entonces crear nuevas categorías temáticas que sean una mezcla de dos o más de las definidas en un primer momento en la leyenda.

4. ANÁLISIS MULTITEMPORAL: CAMBIOS DE USOS DEL SUELO EN LA COMARCA DE EL BIERZO

Con la ayuda de las imágenes Landsat de El Bierzo, tomadas últimos 30 años (1984-2011)², es posible identificar sobre un transparente cambios que se han producido entre estas cinco fechas. Explicar el posible origen de esos cambios observables en la imagen. Específicamente algunos de los cambios que se han producido en este periodo de tiempo y que te pueden ayudar a realizar el análisis multitemporal son los siguientes: Evolución superficie de choperas, Cambios en los soutos de castaño, nuevas repoblaciones forestales, incendios forestales, abandono agrícola (del regadío), Minería a cielo abierto (carbón, pizarra y caliza), crecimiento urbano (Ponferrada), desarrollo de infraestructuras (autovía A-6). Indica en la tabla 4 con un signo + o – la evolución de los distintos procesos en comparación con el año 1984.

² Aunque tenemos una imagen de 1977 esta no cubre todo el territorio de estudio por lo que en análisis ser realizará a partir del 1984.



Tabla 4. Evolución de los distintos procesos 1984-2011

Proceso estudiado	Compuesto RGB más adecuado	1984	1990	2001	2011
Evolución superficie de choperas					
Cambios en los soutos de castaño					
Nuevas repoblaciones forestales					
Incendios forestales					
Abandono agrícola (del regadío)					
Minería a cielo abierto (carbón, pizarra y caliza),					
crecimiento urbano (Ponferrada)					
Desarrollo de infraestructuras (autovía A-6)					

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

* Sobre la interpretación de las imágenes en escala de grises

¿Qué banda es más idónea para cartografiar las cultivos de regadío y choperas en verano?, ¿por qué?, ¿Cuáles son las cubiertas que presentan un comportamiento espectral más similar en la región del visible?, ¿en qué banda se observa la máxima separación espectral entre el agua y la vegetación vigorosa?

*En relación con la interpretación visual de compuesto RGB

¿En qué color aparecerá el agua en una combinación en falso RGB:742?, ¿y los suelos desnudos?, ¿a qué se debe que la vegetación de ribera tenga un color rojo más vivo que los pinares?, ¿qué combinación de color sería necesaria para que los cultivos de regadío aparecieran en verde?

*En relación con la cartografía de usos del suelo

Comentar los criterios de identificación utilizados para cada categoría y las dificultades encontradas en la clasificación. ¿Qué sugerirías para mejorar la discriminación de las categorías más problemáticas?

*En relación con el análisis multitemporal

¿En qué sectores de El Bierzo han sufrido más cambios? Comentar brevemente su evolución. ¿Qué combinaciones RGB son más adecuadas para cada uno de los procesos?

Práctica 4

Remote Sensing **RSeducA**



Universidad de Valladolid – Universidad de León (Spain)

RS

TÍTULO: PREPROCESADO I: CORRECCIONES

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en **rs-educa**:

* Podrás corregir una imagen radiométrica y geoméricamente. Lo que te permitirá tener la imagen preparada para realizar un correcto análisis digital.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software **rs-educa** y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios.



MATERIAL

Imágenes Landsat 7 del sensor Etm+. Las siete bandas más la imagen pancromática del Landsat—7 de la comarca de El Bierzo tomada el día 5 de septiembre de 2000 (Ficheros ETM_ 05092000_bx) que ya has descargado en la práctica 2.

Imagen ‘ETM_ 05092000_b4_bandeado’. Corresponde a la banda 4 de la imagen Landsat-7 de la comarca de El Bierzo (5-9-2000) alterada para producir el efecto bandeado

Imágenes ‘ETM_ 05092000_b3_or’, ‘ETM_ 05092000_b4_or’ y ‘ETM_ 05092000_b5_or’. Bandas 3, 4 y 5 de la imagen Landsat-7 sin corregir geométricamente

ENUNCIADO

En la primera parte de esta práctica corregiremos radiométricamente una imagen de satélite, simulando la corrección de bandeado de la imagen, convirtiendo sus valores digitales a parámetros físicos (reflectividad) y realizando la corrección atmosférica.

En la segunda parte de la práctica, se corregirá la imagen geométricamente. Emplearemos coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator).

DESCRIPCIÓN DETALLADA

1. CORRECCIONES RADIOMÉTRICAS

1.1. BANDEADO DE UNA IMAGEN

El bandeado se produce cuando algún sensor de todos los que se emplean para recoger la imagen se descalibra. Para corregir una imagen que presenta bandeado, es necesario ajustar la señal detectada por cada uno de ellos. Para ello, habitualmente se asume que, caso de estar bien calibrados, tenderían a presentar similares histogramas (ver figura 4.1).

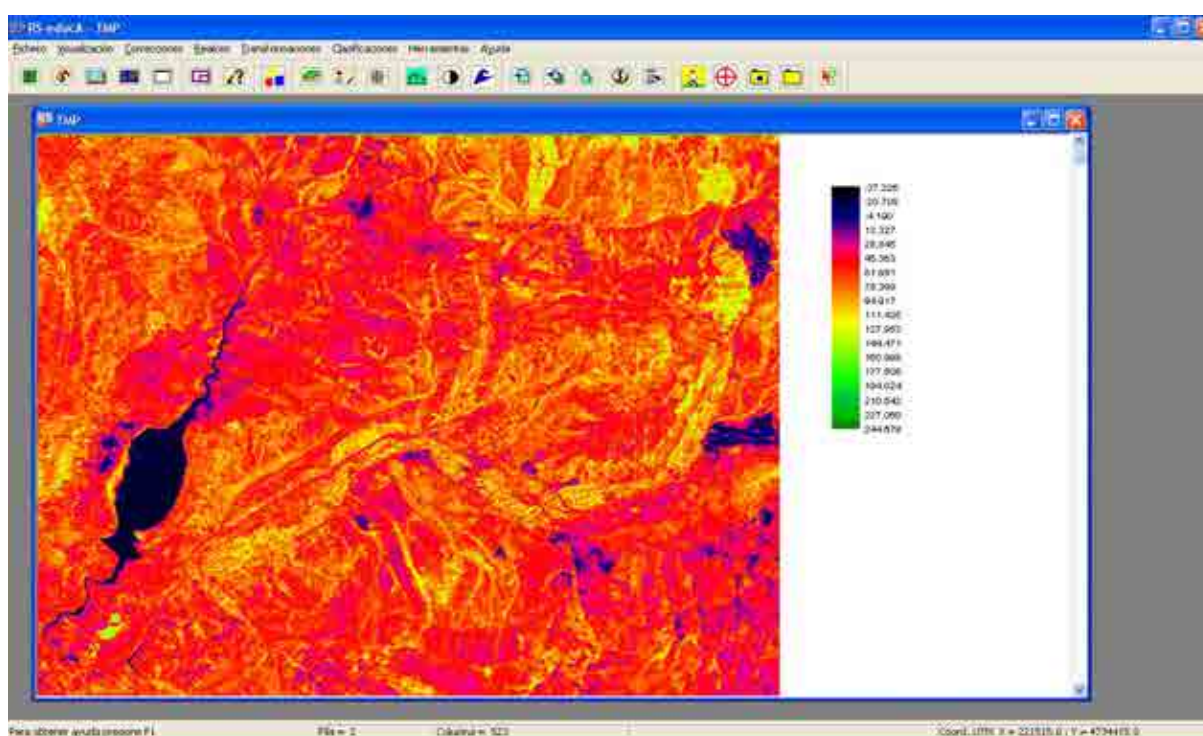
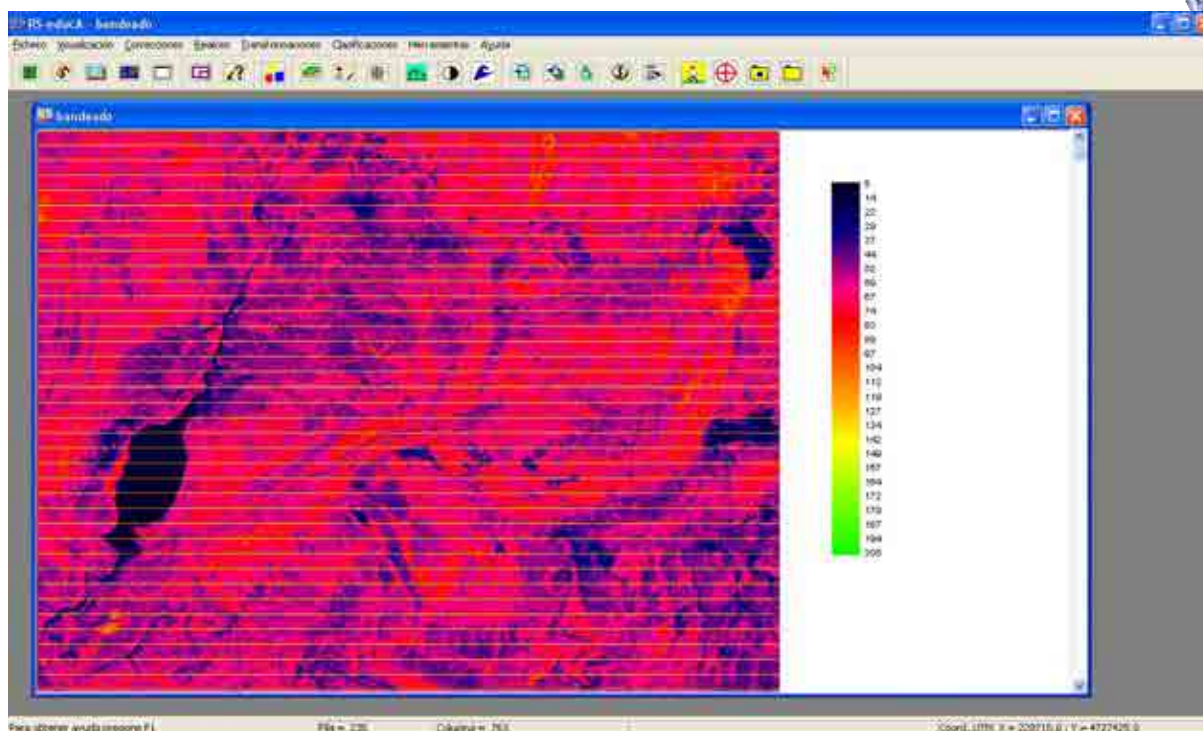


Figura 4.1. Imagen Landsat con bandeado (superior) e imagen con la corrección del bandeado (inferior)

En esta parte de la práctica minimizaremos este efecto sobre la imagen 'Bandeado', utilizando el módulo de **Correcciones/Radiométricas/Bandeado de una imagen**. Este comando calcula la media y la desviación típica de toda la imagen y de las líneas captadas por cada detector de forma independiente (el sensor ETM+ es un sensor de barrido formado por 16 sensores que trabajan simultáneamente recogiendo cada uno, una línea de la imagen en cada oscilación del espejo). A



partir de estos datos, ajusta de forma lineal los histogramas de cada detector al histograma de la imagen completa. Utiliza este comando sobre la imagen 'Bandeado ETM_05092000_b4_bandeado'. Observa el resultado obtenido.

1.2. CONVERSIÓN A REFLECTIVIDAD

Cuando se quiere comparar datos de diferentes fechas o sensores, es necesario trabajar con reflectancias en lugar de hacerlo con ND. La reflectancia se obtiene como el cociente entre la radiancia reflejada por el suelo y la incidente. Si se considera la reflectancia aparente (que asume atmósfera transparente o del techo de la atmósfera o Top of Atmosphere Reflectivity (observación vertical, superficie terrestre plana, y lambertiana), ésta puede calcularse para cada banda a través de la expresión:

$$\rho^* = \frac{L_{\text{reflejada}}}{L_{\text{incidente}}} = \frac{L_{\text{sat}}}{L_{\text{sol}}} = \frac{a_0 + a_1 \cdot \text{ND}}{E_0 \cdot \cos\theta_i / D\pi}$$

Donde:

' a_0 ' y ' a_1 ', son los coeficientes de calibración, y ' E_0 ', la irradiancia solar extraterrestre. Se trata de parámetros conocidos y constantes para cada sensor.

' D ', es el factor de corrección de la distancia al sol para el día del año en que se recogió la imagen. Se calcula a partir del día juliano, ' J ', mediante la siguiente expresión

$$D = (1 + 0,0167 (\sin (2\pi (J - 93,5) / 365)))^2$$

Y ' θ_i ', es el ángulo cenital solar (el complementario al ángulo de elevación solar, que se incluye en la cabecera de la imagen).



Tabla 1. Coeficientes de calibración e irradiancia solar extraterrestre para imágenes Landsat ETM+

Banda (Etm)	E_0 ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$)	a_0	a_1
1	1957	-6,2	0,786
2	1829	-6,0	0,817
3	1557	-4,5	0,639
4	1047	-4,5	0,635
5	219,3	-1,0	0,128
7	74,52	-0,35	0,044

En este apartado de la práctica calcularemos la reflectividad para la banda 1 de la imagen Landsat-7 utilizando el comando **Correcciones/Radiométricas/Reflectividad aparente (Landsat)**. Concretamente, los valores ' a_0 ', ' a_1 ' y ' E_0 ' para el sensor ETM+ del satélite Landsat-7 aparecen en la tabla 1, el ángulo cenital solar para el día de adquisición de la imagen es de 52° (0.907 radianes), y la fecha de adquisición fue el 5-9-2000.

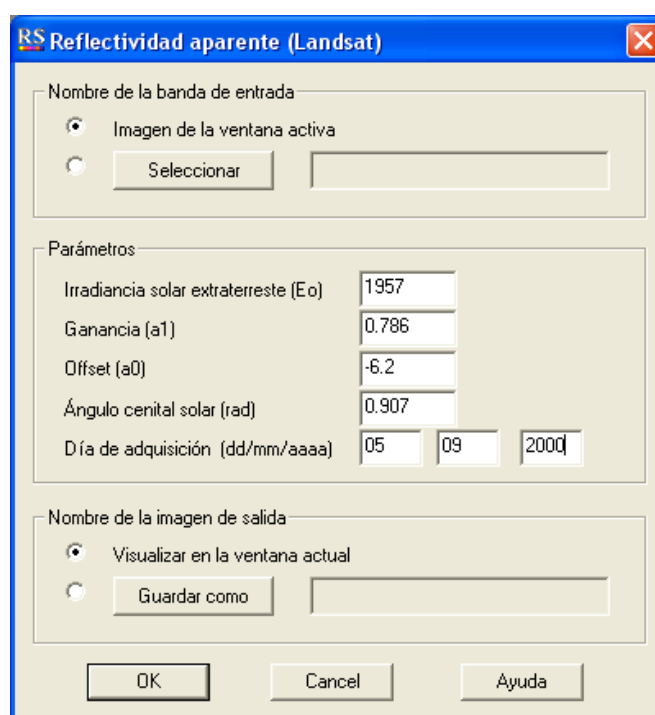


Figura 4.2. Ventana de para la corrección de la reflectividad aparente (ejemplo Etm1)

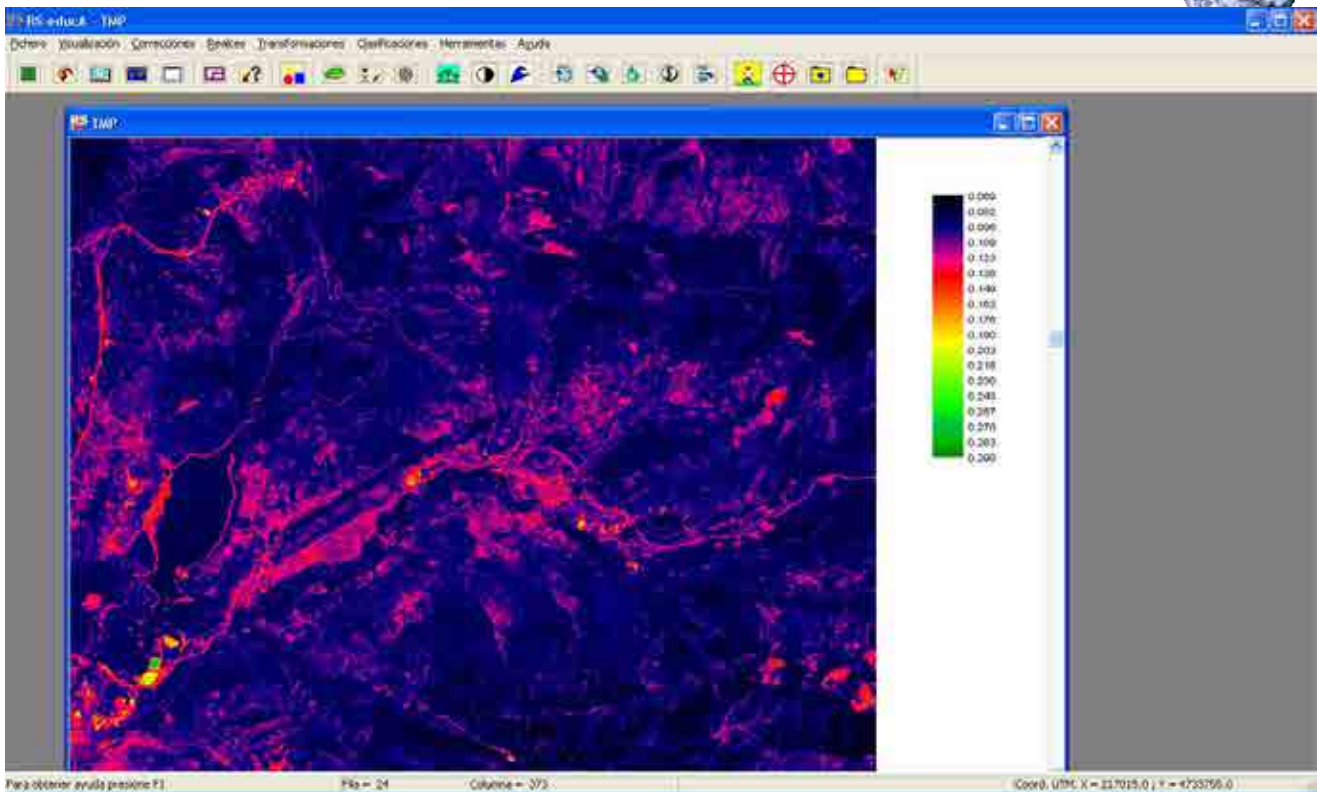
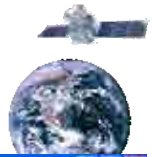


Figura 3. Resultado de la aplicación de la corrección

1.3. CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA

Si se desea obtener la reflectividad de la superficie terrestre de una cubierta (la real no la aparente) teniendo en cuenta la influencia de la atmósfera, es necesario resolver la siguiente expresión:

$$\rho_k = \frac{(L_{senk} - L_{a,k})/\tau_{k,o}}{(E_{o,k} \cos\theta_i \tau_{k,i} + E_{d,k})/D\pi}$$

Con:

$L_{sen,k}$, radiancia en el sensor (= $a_{o,k} + a_{1,k} ND_k$ para imágenes Landsat)

$L_{a,k}$, radiancia atmosférica debida a la dispersión

$\tau_{k,o}$, transmisividad de la atmósfera (descendente). Igual a 1 para observaciones verticales

$\tau_{k,i}$, transmisividad de la atmósfera (ascendente). Para TM1 = 0.70, TM2 = 0.78, TM3 = 0.85, TM4 = 0.91, TM5 = 1 y TM7 = 1

$E_{d,k}$, irradiancia difusa. Si se ignora igual a 0

$E_{o,k}$, irradiancia solar extraterrestre

θ_i , ángulo cenital solar

$D = (1 + 0,0167 (\sin(2\pi (J - 93,5) / 365)))^2$, J: día juliano

Una forma sencilla de corregir atmosféricamente una imagen es considerar únicamente la dispersión atmosférica, $L_{a,k}$. Este efecto hace que cubiertas con una fuerte absorptividad (agua, sombras) que deberían presentar una radiancia espectral nula, presenten siempre un valor mínimo



distinto de cero. Asimismo se observa que ese valor mínimo es mayor en longitudes de onda menores. Compruébalo obteniendo los ND mínimos de cada banda.

Por lo tanto, una sencilla aproximación a la corrección atmosférica consiste en restar a todos los ND de cada banda el mínimo de esa misma banda, situando el origen del histograma en cero.

$$ND'_{i,j,k} = ND_{i,j,k} - ND_{\min,k}$$

Con ' $ND_{\min,k}$ ' el valor digital mínimo en la banda 'k'

Corrige la imagen "ETM_ 05092000_b1" aplicando esta técnica. Denomina a la imagen corregida "ETM_ 05092000_b1_cor". El valor mínimo que has de restar puedes obtenerlo aplicando a la imagen el módulo **Fichero/Información de la imagen** o bien el módulo **Visualización/Histograma**;

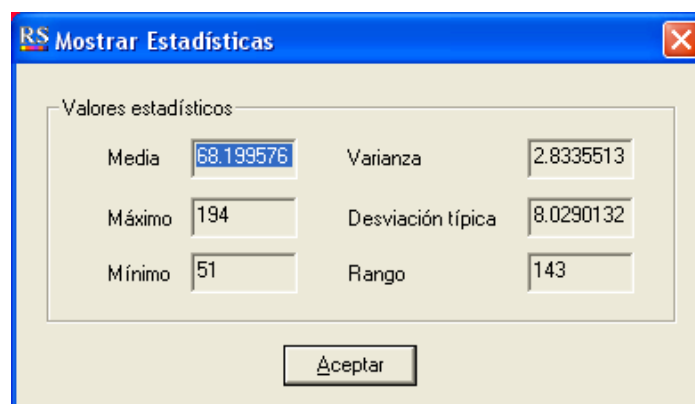


Figura 4. Cuadro de diálogo de estadísticas

Una vez conseguido éste, sólo has de restárselo a la imagen original. Para ello, utiliza el módulo **Herramientas/Operar/Escalares**. Observa las diferencias entre la imagen corregida y sin corregir en la figura 5.

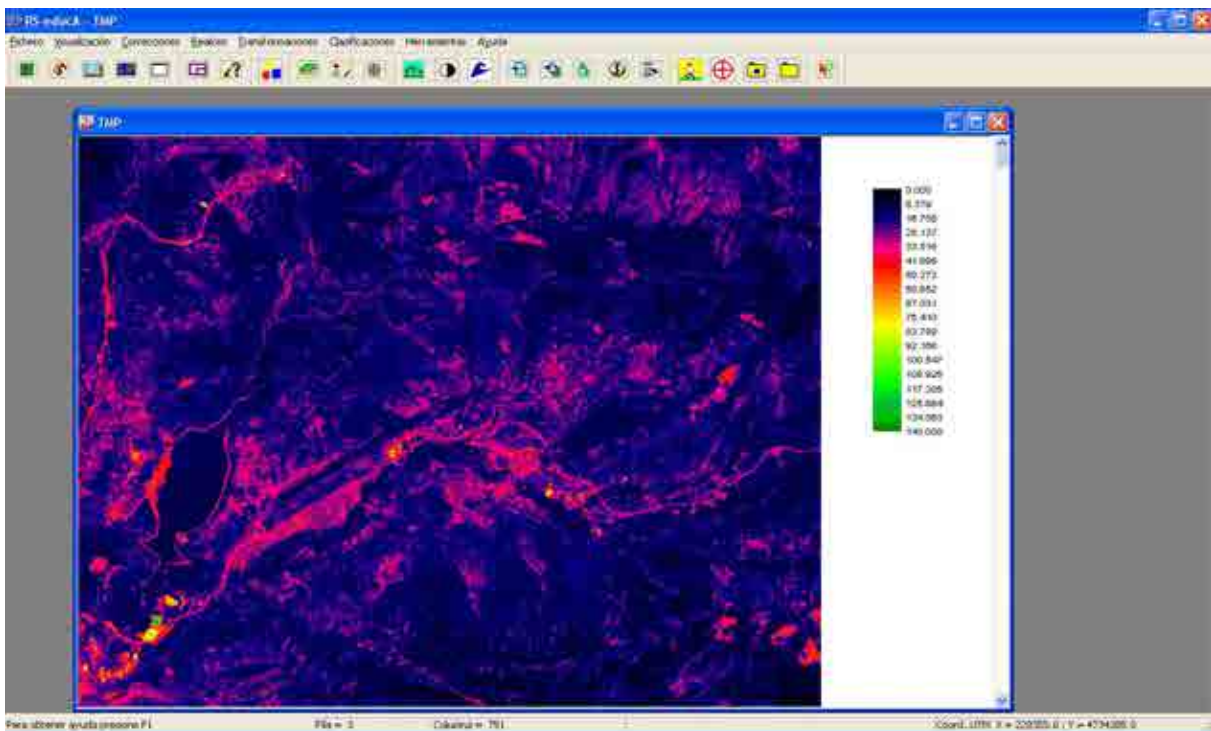
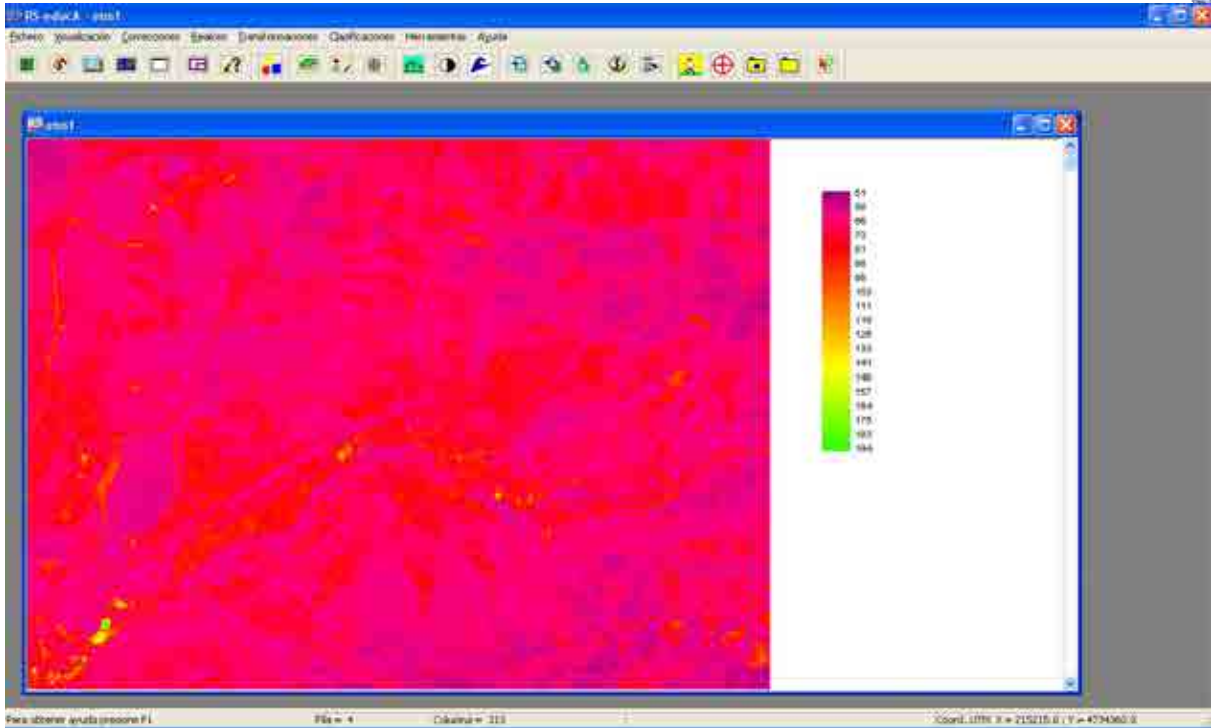


Figura 5. Imagen Landsat ETM_05092000_b1' sin corrección atmosférica (superior) y la misma imagen corregida



2. CORRECCIONES GEOMÉTRICAS

Cuando deseamos transformar una imagen en mapa, o bien deseamos registrar correlativamente varias imágenes de la misma región pero tomadas en fechas diferentes, es necesario que las imágenes estén corregidas geométricamente.

En esta parte de la práctica, corregiremos (realmente corregirás) la imagen Landsat-7 de la comarca de El Bierzo utilizando coordenadas UTM (huso 30 norte). Como hemos visto en las clases teóricas, la corrección geométrica se lleva a cabo en tres etapas: el establecimiento de los puntos de control que definirán las ecuaciones de transformación entre ambos sistemas de coordenadas, la transformación geométrica de la malla raster de la imagen al nuevo sistema de referencia, y el llenado de la malla creada (ver figura 6)

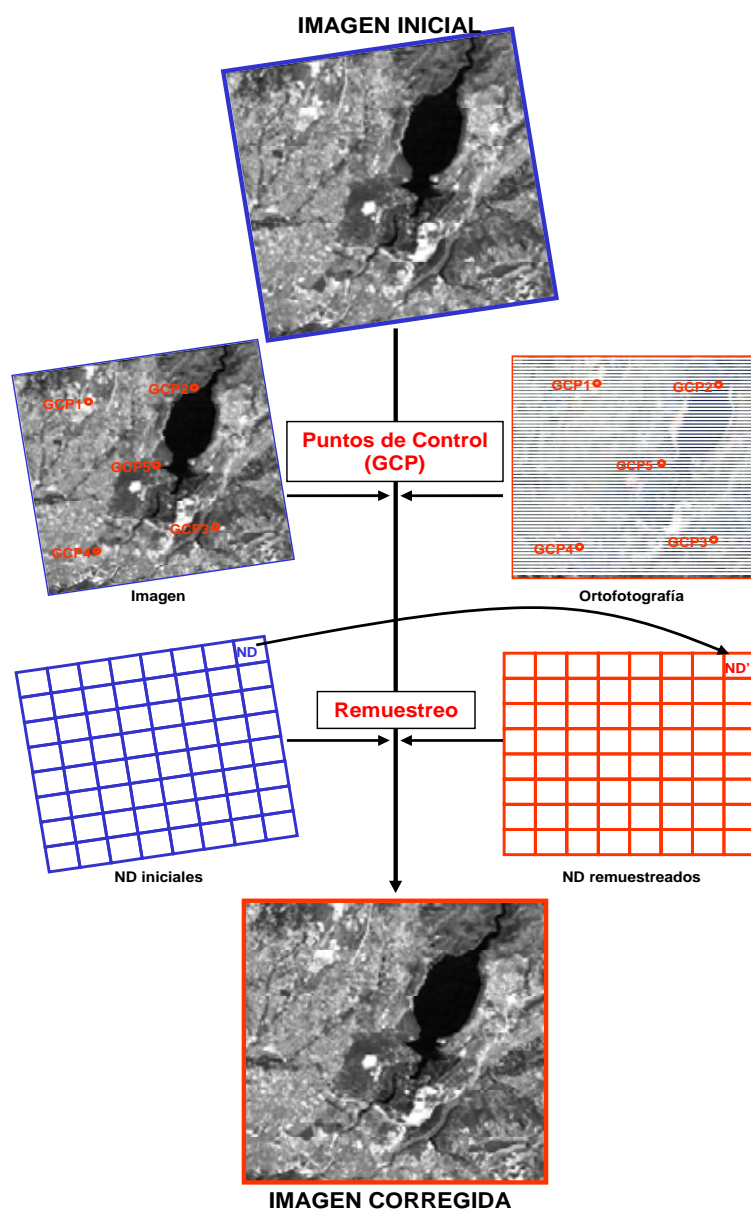


Figura 6. Etapas de la corrección geométrica



2.1. ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL

Para la elección y determinación de los puntos de control emplearemos la ortofotografía de la zona de estudio presentada en la Práctica 2. Recuerda que los puntos son localizaciones, fácilmente reconocibles tanto en la imagen como en el mapa, que se utilizarán para definir las ecuaciones de transformación. Estos puntos deben estar homogéneamente distribuidos en la imagen para minimizar los errores y su número mínimo es 3 para una transformación de primer orden.

¿Cómo seleccionar los puntos de control?

Primero, crea una composición de color RGB: 543 de la imagen original sin corregir a partir de las imágenes “ETM_05092000_b3_or”, “ETM_05092000_b4_or” y “ETM_05092000_b5_or”. Para ello utiliza el comando **Realces/Composición de color**. De esta forma visualizarás más fácilmente los puntos en la imagen.

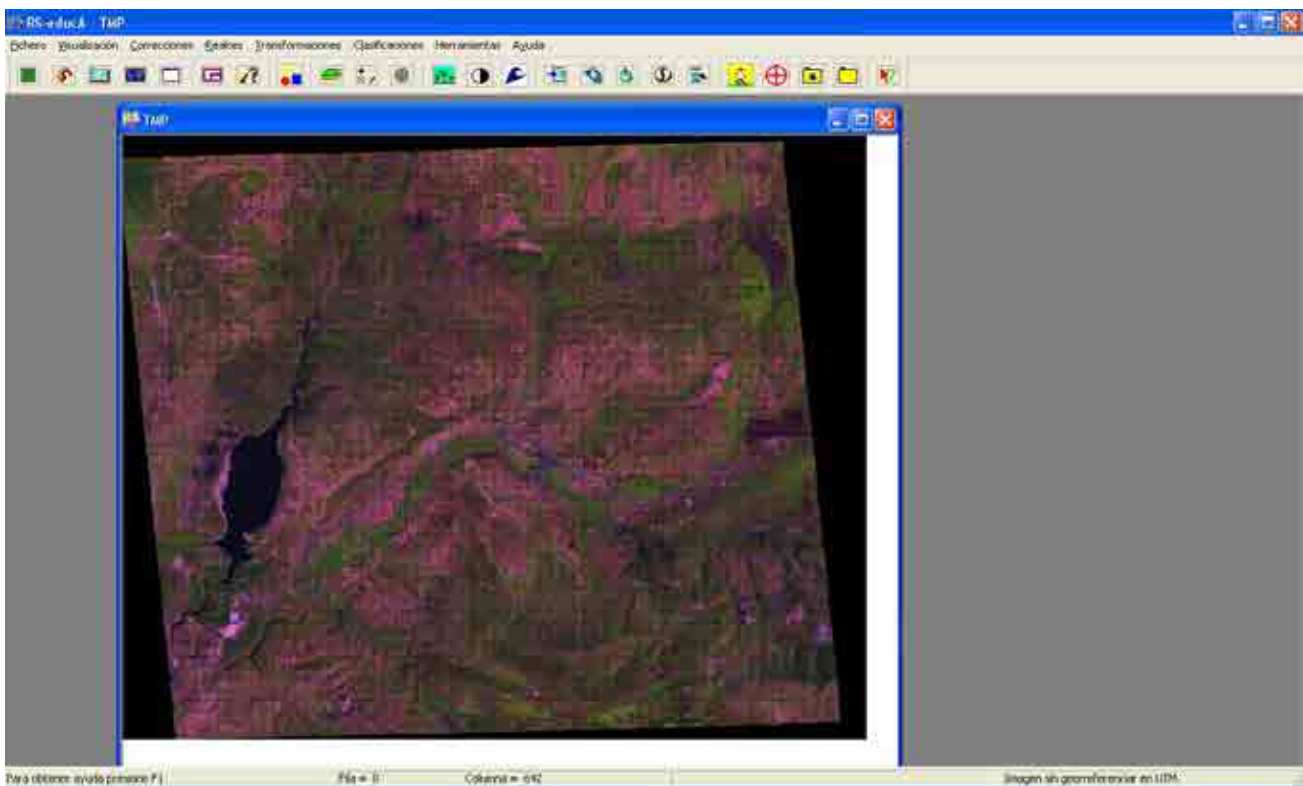


Figura 7. Imagen de composición de color RGB: 543

Segundo, observa el mapa (‘ortofotografía’) y la imagen compuesta y decide cuáles serán los puntos elegidos. Define un número de puntos de control mayor que el mínimo necesario, ya que es posible que debas omitir alguno en el cálculo debido a que produce errores altos. Para simplificarte el trabajo, ya tienes definidos cinco puntos en la ortofoto (Figura 18), por lo que sólo has de localizarlos en la imagen original.

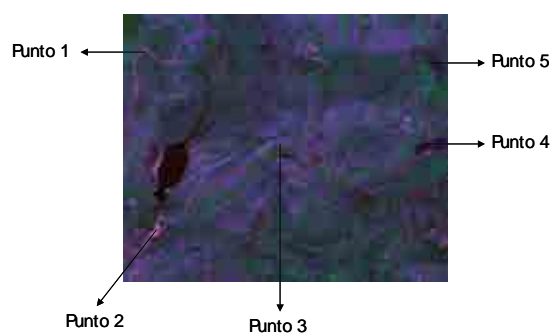
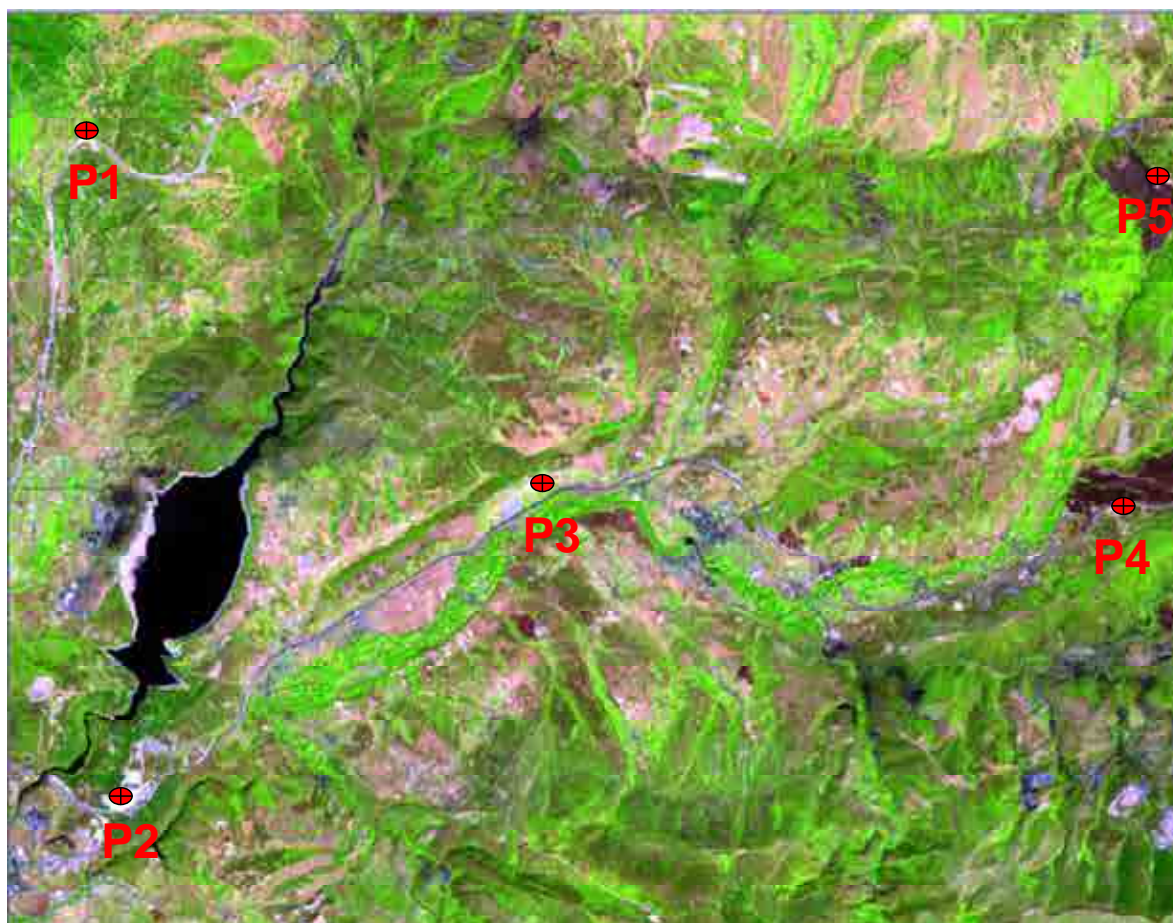


Figura 8. Situación de los puntos de control en la ortofotografía

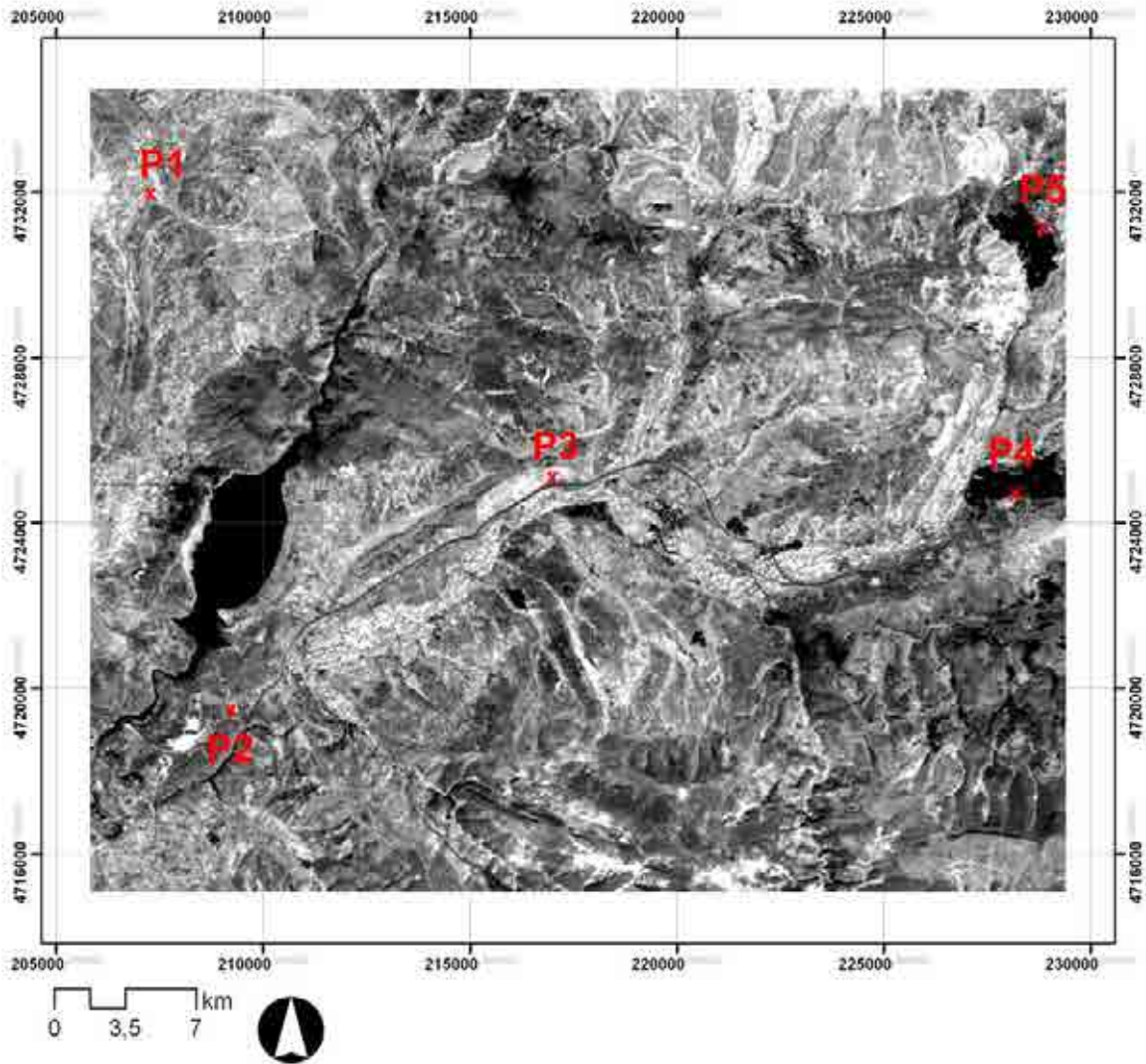


Figura 8. Situación de los puntos de control sobre la imagen de satélite

Tercero, anota las coordenadas X, Y (columna, fila) de cada punto de control en la imagen composición de color realizada. A continuación, anota las coordenadas X, Y de cada punto de control en el mapa (las coordenadas de los cinco puntos elegidos que aparecen en las Figuras 9 y 10).



X: 207271
Y:4731885



X: 208152
Y:4718675



X: 215851
Y:4724528



X: 228077
Y:4724472



X: 228808
Y:4730984

Figura 9. Detalle de la localización del Punto de Control 1 a 5

Una vez que tienes toda esta información, necesitas pasársela a rs-educa. Para ello, has de crear un fichero de texto cuyo formato, cómo puedes observar en la ayuda, es el siguiente: en la primera línea escribe el número de puntos de control que has utilizado, en la siguiente escribe la coordenada X del punto de control en la imagen, espacio en blanco, coordenada Y en la imagen, espacio en blanco, coordenada X en el mapa, espacio en blanco, y coordenada Y en el mapa. Y así tantas líneas como puntos hayas utilizado. No te olvides de salvar el fichero! Llámalo 'corresp.txt'. En la figura 10 se representa como determinar las coordenadas X y Y en **rs-educa**. El valor X corresponde al valor de la columna en la barra de estado. El valor de Y corresponde a la diferencia entre el valor del número total de final (650) menos el valor de la fila leído en la barra de estado.

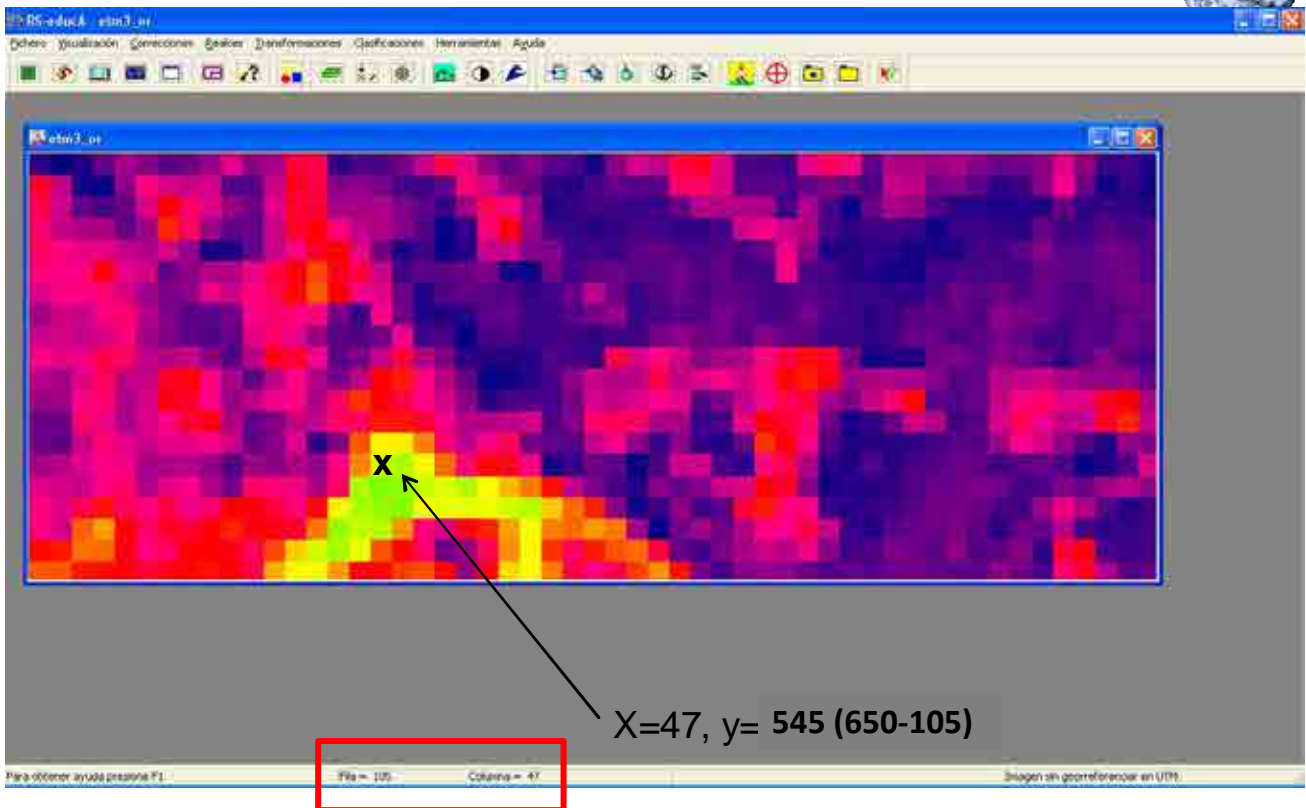


Figura 10. Determinación de x,y a partir de la barra de estado

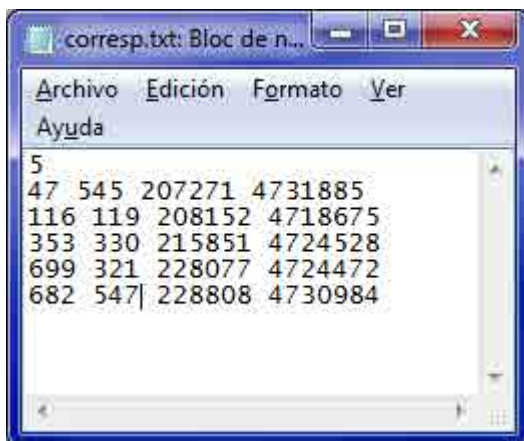


Figura 11. Ejemplo de fichero de correspondencias (izquierda) y ejemplo de errores de los puntos de control (derecha)



2.2. TRANSFORMACIÓN GEOMÉTRICA Y 'LLENADO' DE LA NUEVA MALLA

Para llevar a cabo estas operaciones utilizaremos el comando **Correcciones/Geométricas**. Para ejecutarlo has de proporcionar a **rs-educa** cierta información:

Tabla 2. Información de la imagen 'ETM_05092000_b4_or'

Nombre de la imagen de entrada	'ETM_05092000_b4_or'
Nombre del fichero de puntos de control	'corresp.txt'
Sistema de referencia	'utm-30n'
Xmin	205825
Xmax	229405
Ymin	4715065
Ymax	4734475
Dimensiones de la imagen corregida	647 (filas)
	786 (columnas)
Método de transferencia	'vecino más próximo'
Nombre de la imagen de salida:	'ETM_05092000_b4_cg'

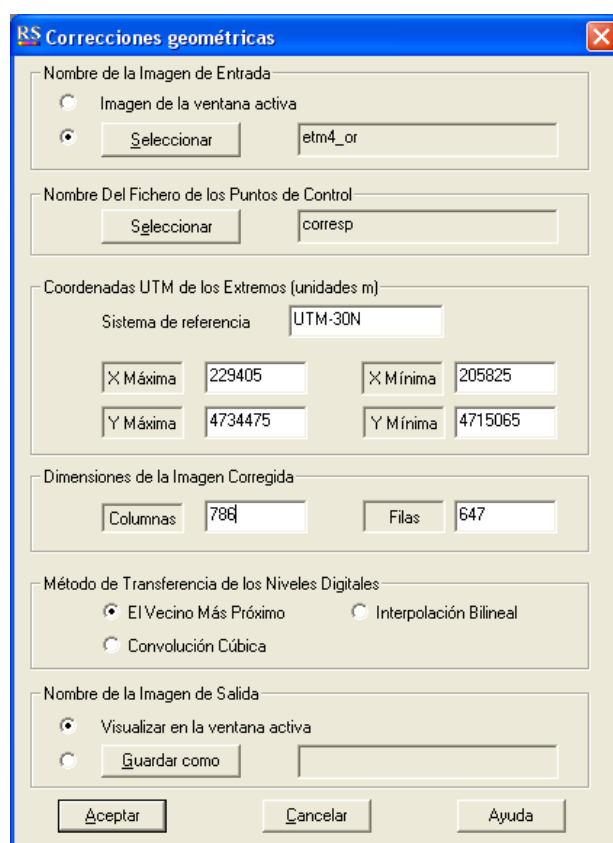


Figura 12. Cuadro de diálogo de la corrección geométrica

Una vez completado el cuadro de diálogo, se inicia el cálculo del polinomio y aparecerá en la pantalla un mensaje con el error cuadrático medio de la transformación (RMS). Un resultado aceptable de este error debería ser aproximadamente un píxel (30 m). Si el error es aceptable,



continúa con el proceso; en caso de que sea mucho mayor que el permitido, omite el/los puntos de control con error parcial demasiado alto y recalcula el RMS.

Visualiza la imagen corregida (comando **Visualización/Imagen**) y compárala con la original (ver figura 13). Puedes continuar corrigiendo el resto de imágenes de la práctica siguiendo el mismo procedimiento.

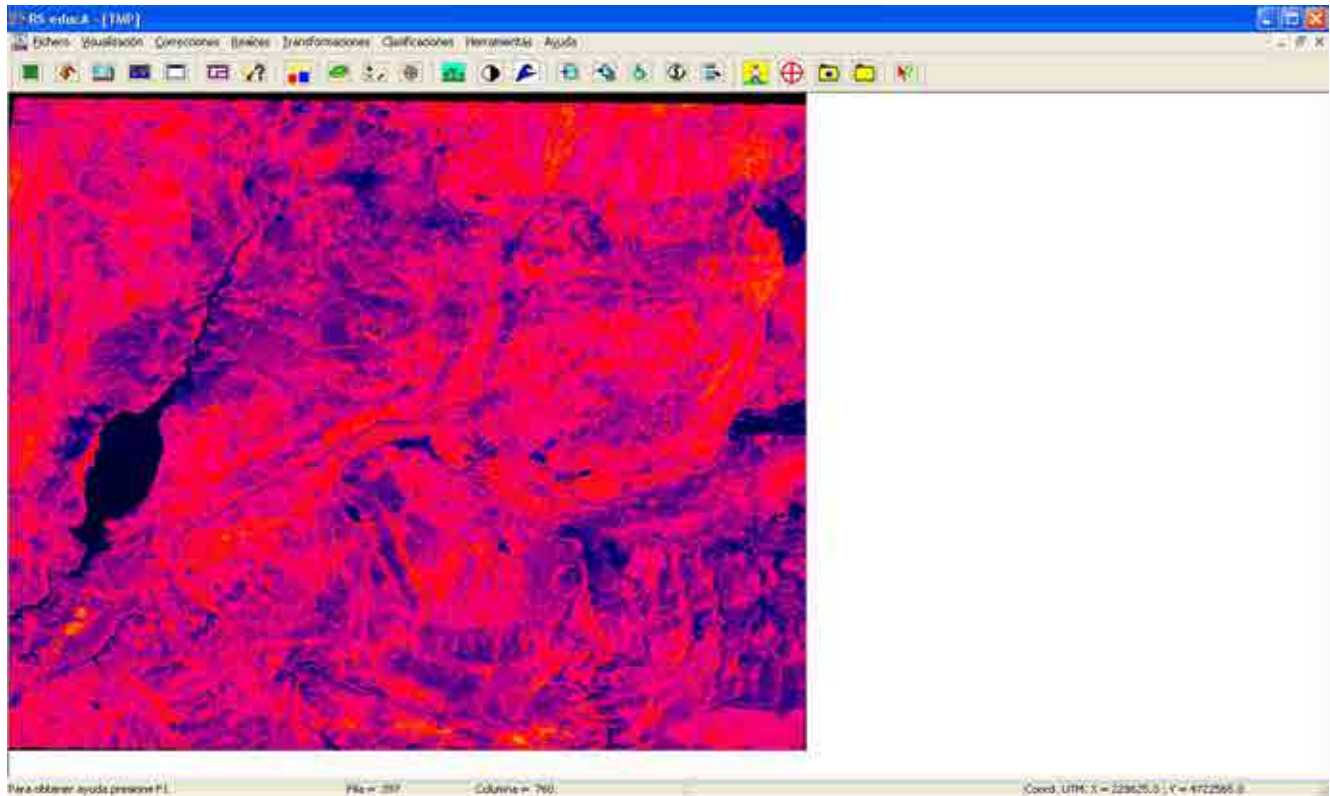


Figura 13. Visualización de la imagen corregida

AUTOEVALUACIÓN

¿Para qué sirven las operaciones de corrección sobre una imagen de satélite?

¿En qué bandas de una imagen Landsat es más evidente el efecto de la atmósfera?

¿Qué significa que dos imágenes estén corregidas?

Si ahora tuvieras que corregir la banda 3 de la misma imagen que hemos empleado en la práctica ¿utilizarías los mismos puntos de control? ¿Buscarías otros más adecuados para esta banda?

Práctica 5



TÍTULO:

PREPROCESADO II: REALCES Y TRANSFORMACIONES

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en rs-educa:

- * Conocerás y aplicarás las técnicas para realzar una imagen de satélite, ajustando el contraste y aplicando diferentes tipos de filtrado.
- * Sabrás realizar e interpretar las principales transformaciones que habitualmente se realizan con imágenes de satélite, como índices de vegetación y componentes principales.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software rs-educa y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios. Es importante que hayas repasado también la práctica 3.



MATERIAL

Imágenes Landsat 7 ETM+. Las siete bandas más la imagen pancromática de la imagen Landsat 7 de la comarca de El Bierzo tomada el día 5 de septiembre de 2000 (Ficheros ETM_05092000_bx)

Imagen 'línea'. Imagen vectorial que representa la línea empleada para obtener el perfil radiométrico de algunas imágenes.

ENUNCIADO

En la primera parte de la práctica mejoraremos la visualización de la imagen de satélite. Ajustaremos el contraste mediante los diferentes métodos implementados en rs-educa. Compararemos también la mejora obtenida al realizar composiciones de color y al aplicar a la imagen diferentes filtros.

La segunda parte está dedicada a transformar la imagen original en otras que permitan extraer mejor la información que contiene. Obtendremos diferentes índices de vegetación (NDVI, MDVI y NBR), realizaremos un Análisis de Componentes Principales y aplicaremos la Transformación Tasseled Cap (TTC)

DESCRIPCIÓN DETALLADA

1. REALCES

1.1. MEJORA DEL CONTRASTE

El programa rs-educa ofrece tres formas de mejorar el contraste al visualizar imágenes raster, todas ellas dentro del comando **Realces/Expansión del contraste**. El ajuste lineal del contraste, puede requerir que el usuario introduzca los valores mínimos y máximos entre los que se quiere expandir el histograma (habitualmente el valor máximo y mínimo de la imagen). Las otras dos alternativas, lineal con saturación y ecualización según histograma, no requieren esta operación previa. Observa en la ayuda qué ocurre realmente en cada opción de mejora de contraste.

Aplica el comando **Realces/Expansión del contraste** a la imagen 'ETM_05092000_b4' en tres ocasiones. En la primera realiza un ajuste lineal (prueba también, si quieres, a modificar los valores máximos y mínimos). Denomina a la imagen de salida 'ETM_05092000_b4_e_lineal'. A continuación, repite la operación pero efectuando un ajuste lineal con rango interactivo, denomina a la imagen de salida 'ETM_05092000_b4_e_lin_int'. Para finalizar, aplica de nuevo el comando activando la opción de ajuste por histograma. Denomina a la imagen de salida 'ETM_05092000_b4_e_histo'.

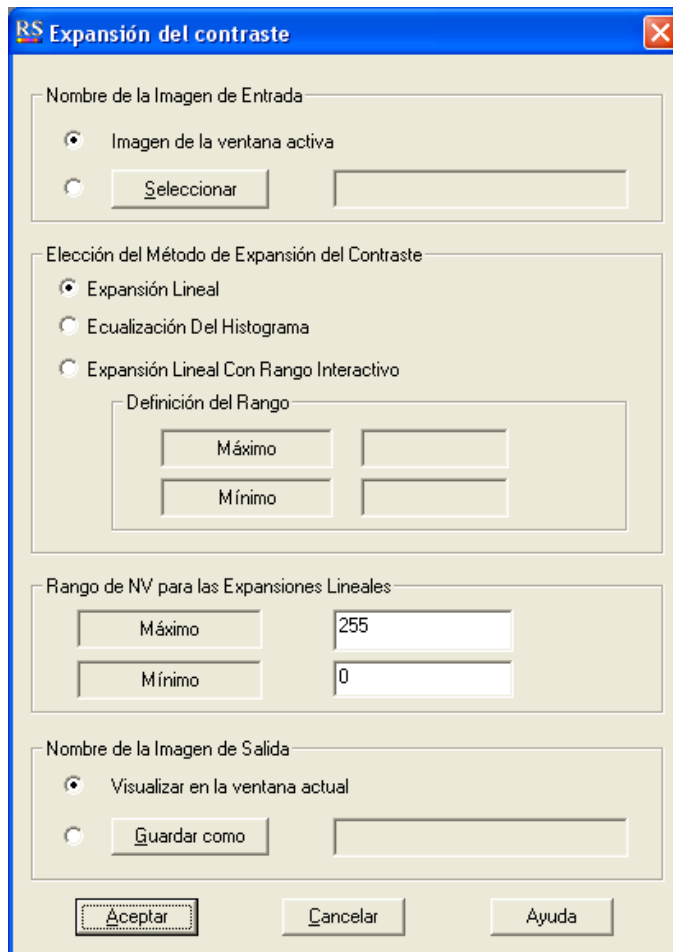


Figura 1: Cuadro de diálogo de expansión del contraste

Ahora compara las imágenes 'ETM_ 05092000_b4_e_lineal', 'ETM_ 05092000_b4_e_Lineal_int' y 'ETM_ 05092000_b4_e_histo'. Puedes representar su histograma y ver cómo cambia en función de las distintas modalidades de realce para ello aplica el comando **Visualización/histograma** (en las figuras 2-6 puedes ver los resultados).

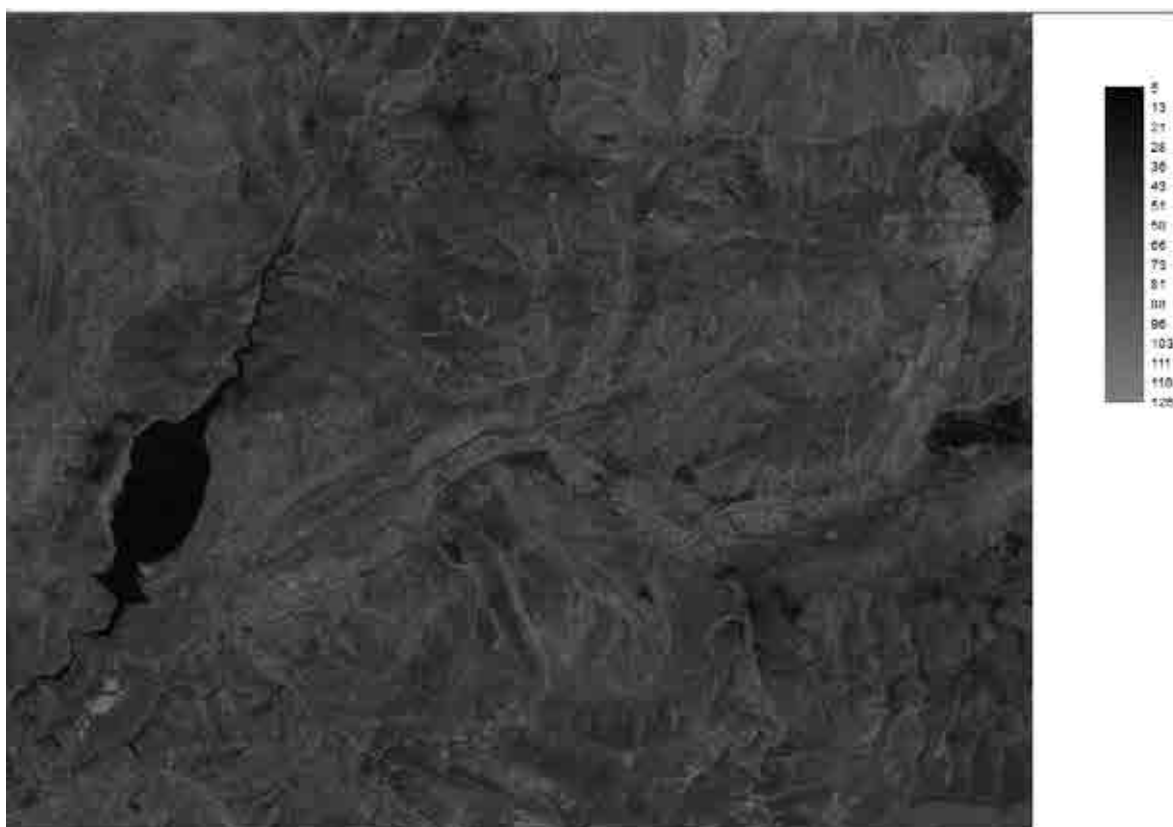


Figura 2: Banda 4 ETM+ sin realce de contraste (rango 5-126)

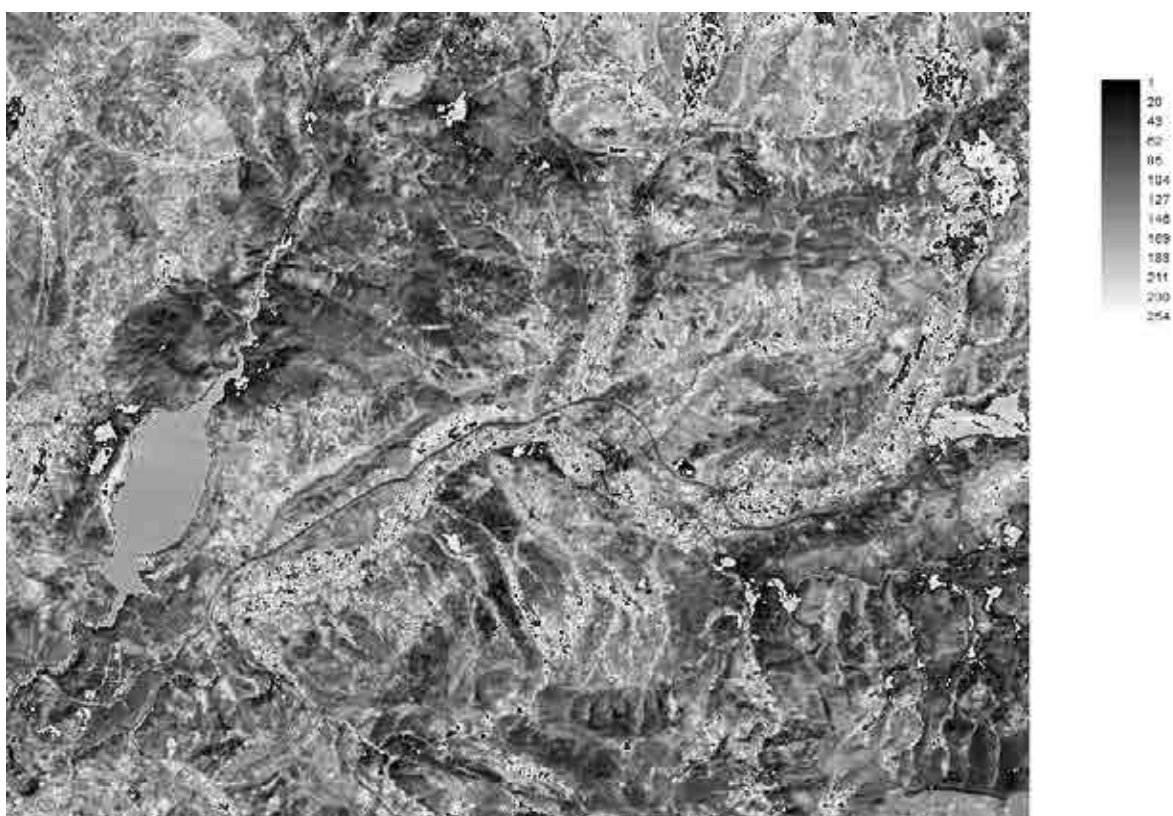


Figura 3: Banda 4 ETM+ realzado con una expansión lineal del contraste (rango 0-255)



Figura 4: Banda 4 ETM+ realizado con una expansión lineal del contraste con rango interactivo (rango elegido: 0-180)



Figura 5: Banda 4 ETM+ realizada una expansión por ecuilización del histograma (rango 0-255)

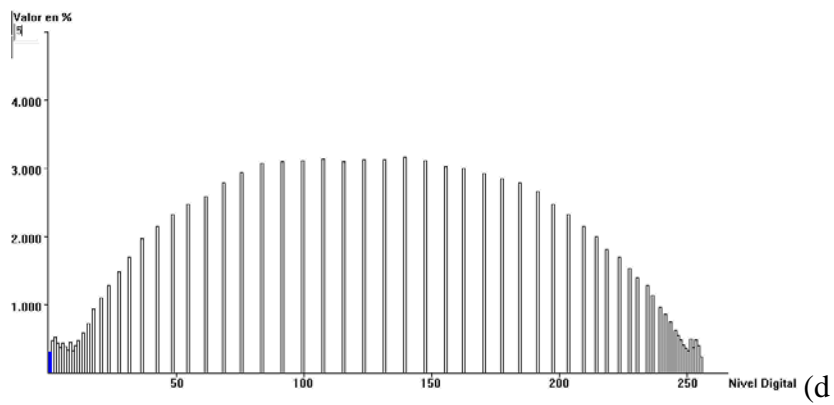
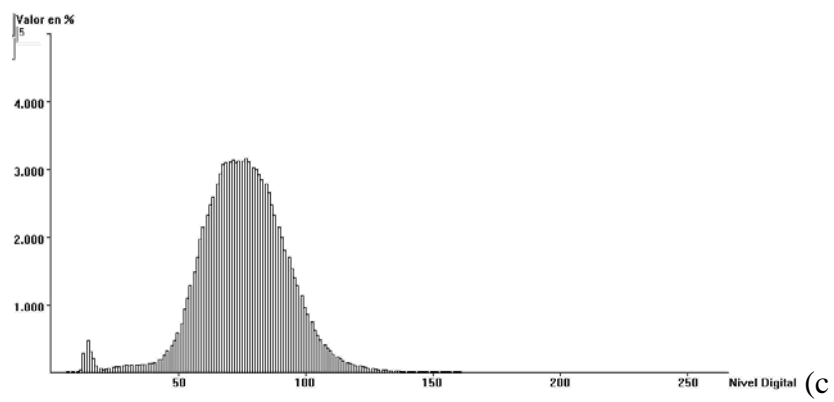
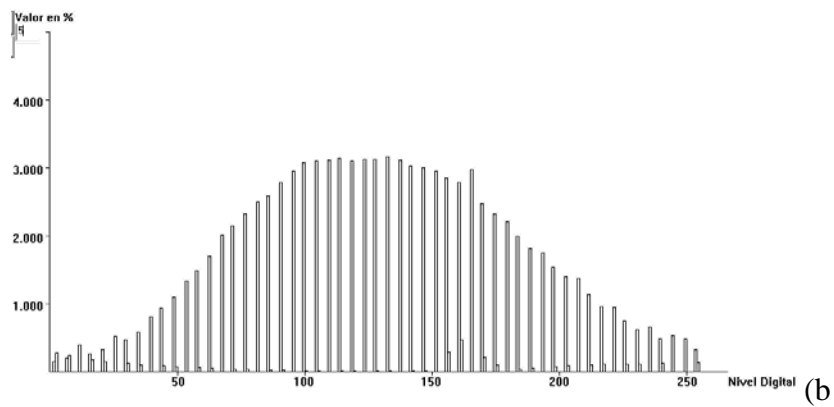
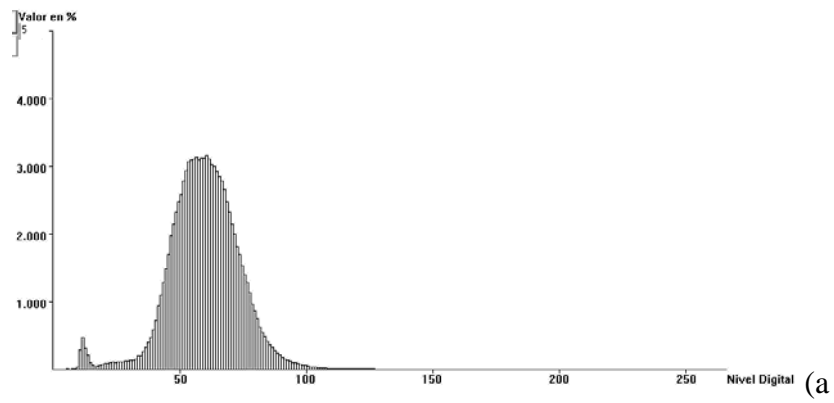


Figura 6: Histogramas de la banda 4 ETM+ realizadas a) sin realce, b) lineal, c) lineal interactivo, d) ecuilización del histograma



1.2. FILTRADO ESPACIAL

Mediante las técnicas de filtrado se pretende suavizar o reforzar los contrastes espaciales entre los píxeles de la imagen de forma que los ND se asemejen o diferencien más a los correspondientes a los píxeles vecinos.

El procedimiento matemático del filtraje consiste en relacionar cada píxel con sus vecinos, de acuerdo a unos coeficientes determinados en la matriz de filtraje seleccionada por el usuario. En el caso de una matriz de 3x3, la fórmula para obtener el Nivel Digital (ND) filtrado sería:

$$ND - f_{i,j} = \frac{\sum_{p=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 ND_{i+p,j+q} * CF_{f+p,c+q}}{\sum_{p=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 CF_{f+p,c+q}}$$

En donde $ND_{i,j}$ indica el ND original del píxel i, j; $ND - f_{i,j}$ el ND para ese mismo píxel filtrado; CF, el coeficiente de filtraje correspondiente, y f y c la fila y la columna central de la matriz de filtraje.

Los filtros que suavizan la imagen se denominan filtros paso bajo y los que refuerzan los contrastes, filtros paso alto. Algunos ejemplos de filtros que utiliza rs-educa son los siguientes

Filtrado Paso bajo - MEDIA (3X3)

1	1	1
1	M	1
1	1	1

M: Media

Filtrado Paso alto - LAPLACIANO NUEVE (3x3)

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Direccional - NORTE

1	1	1
1	-2	1
-1	-1	-1



La aplicación de filtros persigue distintos objetivos: realce de las características espaciales de la superficie terrestre para mejorar la interpretación visual, detección de alineamientos, eliminación de ruido aleatorio, cálculo de gradientes o generalización de imágenes.

En este apartado de la práctica, comprobaremos el efecto de los filtros más habitualmente utilizados en procesamiento digital de imágenes: filtros paso bajo (media y moda) y filtros paso alto para la detección de bordes. También construiremos nuestro propio filtro a medida. En la figura 7 puedes comprobar todos los filtros disponibles en rs-educa.

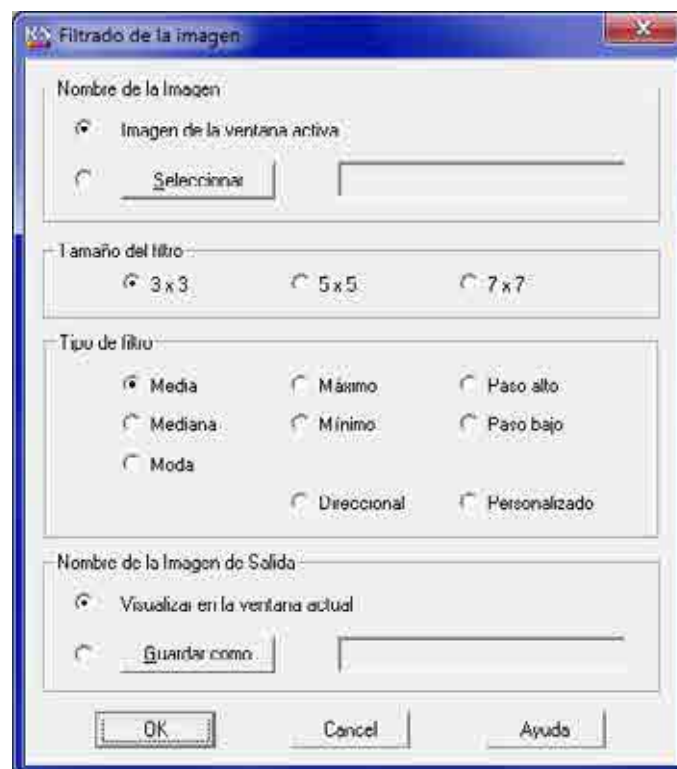


Figura 7. Filtros disponibles en rs-educa

Para ello, emplearemos la imagen 'ETM_05092000_b4' y tendremos en cuenta un vector (una línea para definir un transecto) que nos servirá para tomar los valores de la imagen en los píxeles que atraviesa y, de esta forma, comparar el efecto de los diferentes filtros (ver Figura 8).

La Figura 9 muestra el perfil correspondiente al transecto definido por el fichero vectorial 'línea', que tienes en el directorio de trabajo, en la imagen 'ETM_05092000_b4'. Observa como varían los valores digitales en las diferentes cubiertas: valores bajos en la zona del embalse, mayores en las zonas correspondientes a suelo desnudo y zonas forestales.



Figura 8. 'Línea' en la imagen banda 4 ETM+'

Superpón el fichero vectorial 'línea' a la imagen original (módulo **Herramientas/Vectorial/Abrir Fichero**). Observa las cubiertas que atraviesa y los diferentes valores de los píxeles correspondientes a agua, suelo y vegetación (figura 9).

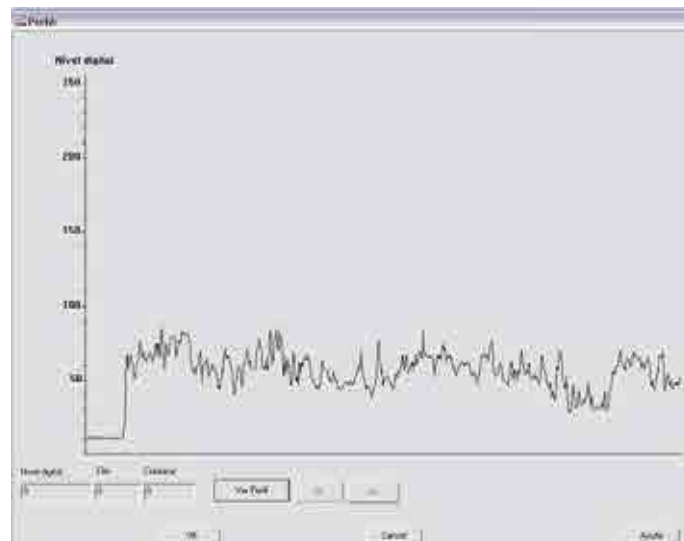


Figura 9. Perfil del transecto 'Línea' en la imagen 'ETM_05092000_b4'



En primer lugar vas a comprobar el efecto de un filtro de media. Utiliza el comando **Realces/Filtrado de la imagen** para filtrar la imagen original 'ETM_ 05092000_b4', define una ventana de 3x3 y llama al fichero de salida 'ETM_ 05092000_b4_f_media'. Visualiza la imagen original y la filtrada ¿observas diferencias a simple vista?

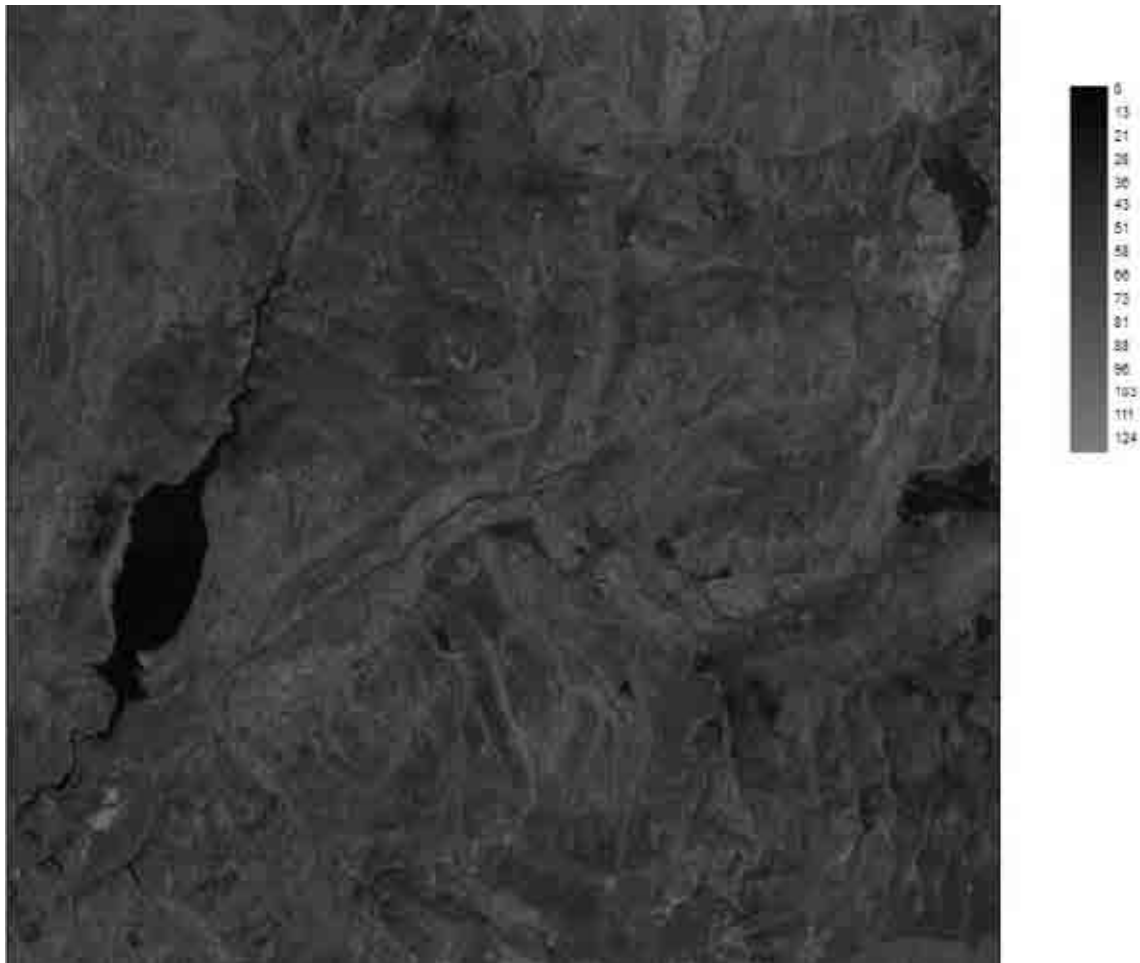


Figura 10. Imagen 'ETM_ 05092000_b4' filtrada con filtro media 3x3

Obtén los valores correspondientes a los píxeles definidos por el fichero vectorial 'línea' para la imagen filtrada. Para ello, utiliza el comando **Herramientas/Vectorial/Información/Perfiles de línea**. Compara el perfil obtenido con el perfil de la figura 9.

Repite las operaciones anteriores filtrando la imagen original con un filtro de moda (llama a la imagen de salida 'ETM_ 05092000_b4_f_moda'), y filtrándola con un filtro paso alto (elige la opción de laplaciano 9 y llama a la imagen de salida 'ETM_ 05092000_b4_f_alto'). Observa en cada caso el perfil obtenido para el transecto definido por el fichero vectorial 'línea' (ver resultados en figuras 11-xx)

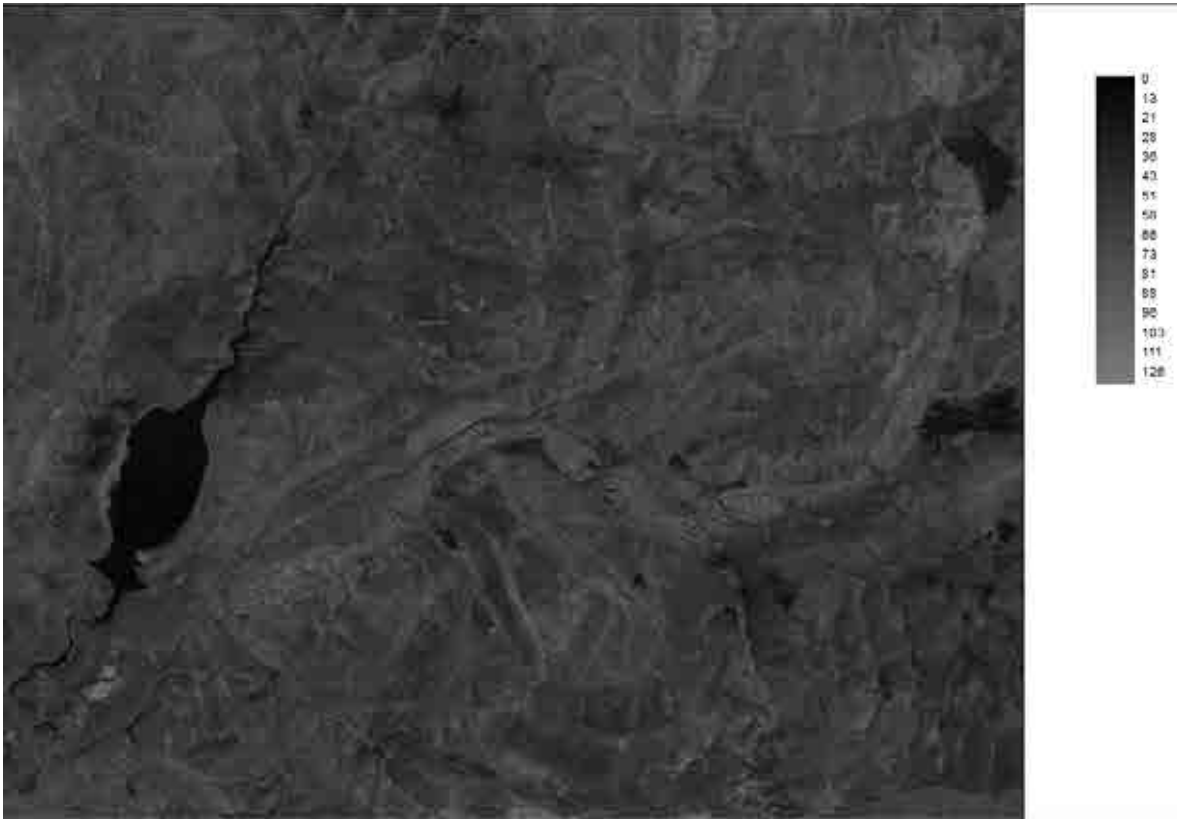


Figura 11. Imagen 'ETM_05092000_b4' filtrada con filtro moda 3x3



Figura 12. Imagen 'ETM_05092000_b4' filtrada con filtro paso alto

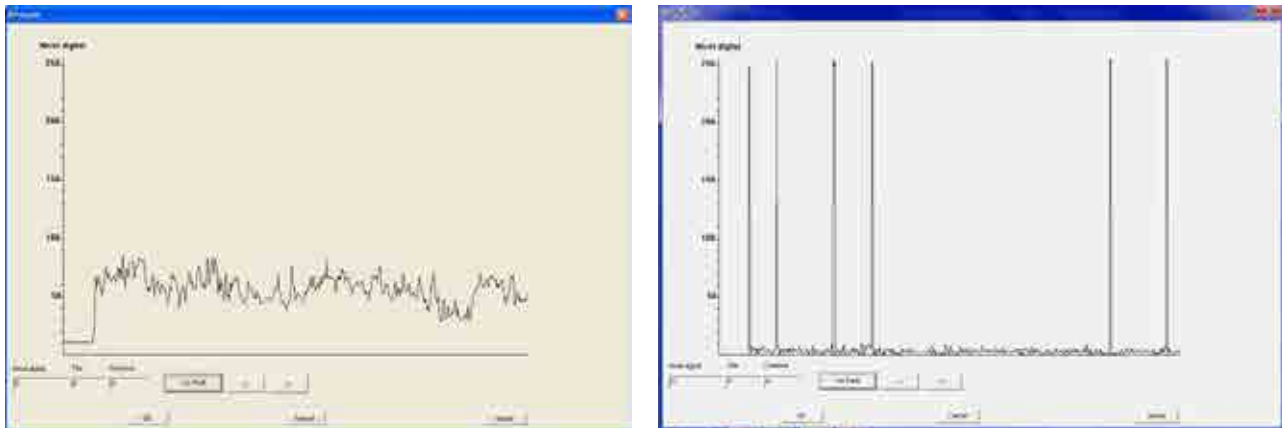


Figura 13. Perfiles de las imágenes filtradas con filtro de moda y paso alto

Ahora vamos a crear nuestro propio filtro. Existen muchas posibilidades para transformar una imagen mediante filtrado. Una de ellas es crear el efecto de sombreado. Aplica el filtro con la siguiente matriz a la imagen original, llama 'f_user' a la imagen de salida.



Figura 14. Menú de filtro personalizado con opción sugerida

Visualiza la imagen 'ETM_05092000_b4_f_user' con la paleta 'Grises 256'.

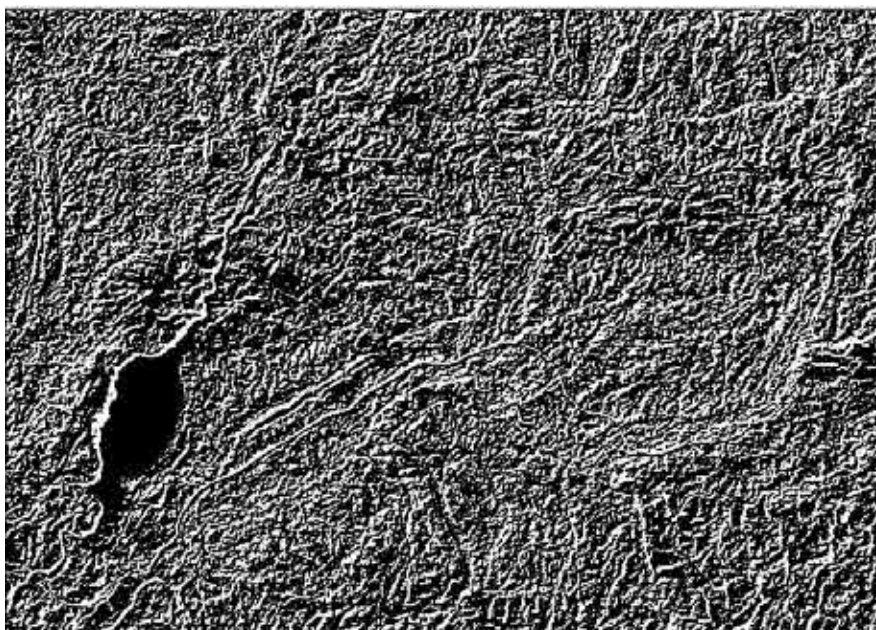


Figura 15. Imagen 'ETM_05092000_b4' filtrada con filtro personalizado

2. TRANSFORMACIONES

2.1. ÍNDICES DE VEGETACIÓN: NDVI, NDMI y NBR

Los índices de vegetación son nuevas imágenes obtenidas mediante combinaciones aritméticas de las bandas de la imagen original, que resaltan la presencia de vegetación en la zona de estudio. La vegetación tiene una respuesta espectral muy característica: muy baja reflectancia en las longitudes de onda del rojo y una respuesta en el infrarrojo próximo que es mayor cuanto mayor es el vigor de la vegetación (ver tabla 1)

Tabla 1. Bandas del sensor Landsat 7 ETM+ y su aplicabilidad

Nº Banda	Longitudes de onda (µm)	Nombre	Observaciones	Índices de vegetación
1	0,45-0,52	Azul	Cartografiado batimétrico, diferencia el suelo de la vegetación y también diferencia coníferas de frondosas.	
2	0,52-0,60	Verde	Especialmente diseñada para evaluar el vigor de la vegetación sana, registrando su pico de reflectancia en la región del verde.	
3	0,63-0,69	Rojo	Es una banda de absorción de clorofila, muy útil para la clasificación de la cubierta vegetal.	NDVI
4	0,76-0,9	Infrarrojo próximo	Es útil para determinar el contenido de biomasa y para la delimitación de cuerpos de agua.	NDVI, NDMI y NBR
5	1,55-1,75	Infrarrojo medio	Indicativa del contenido de humedad de la vegetación y del suelo. También sirve para discriminar entre nieve y nubes. Es capaz de atravesar nubes finas.	NDMI
6	10,40-12,50	Infrarrojo termal	El infrarrojo termal es útil en el análisis del stress de la vegetación, en la determinación de la humedad del suelo y en el cartografiado termal.	
7	2,08-2,35	Infrarrojo lejano	Especialmente seleccionada por su potencial para la discriminación de rocas y para el cartografiado hidrotermal. Muy utilizado en incendios forestales.	NBR

Uno de los índices de vegetación más empleados es el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ (en Landsat $NDVI = B4 - B3 / B4 + B3$). Una de las principales propiedades de este índice es que está normalizado y sus valores oscilan entre -1 y 1, lo que facilita



su interpretación. En la tabla 2 aparecen resumidos los 3 índices de vegetación que calcularemos en la práctica.

Tabla 2. Principales índices de vegetación utilizados en rs-educa

Índice de vegetación	Descripción	Expresión Landsat (Bx=banda satélite)
NDVI <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (Rouse et al. 1973)	Índice directamente relacionado con la capacidad fotosintética y, por tanto, relacionado con la capacidad de absorción de energía de las plantas. Las plantas absorben la radiación solar en una determinada zona del espectro correspondiente al rojo visible (clorofila A) y al azul visible (clorofila B) y desprenden energía en la zona del infrarrojo cercano y del verde. Cuantas más hojas presente la planta y más densa sea, más se verá afectado este comportamiento en las bandas El aprovechamiento de esta circunstancia, permite la identificación de plantas fotosintéticamente activas con un correcto manejo de las bandas de información que proporciona el sensor TM.	NDVI = $B4 - B3 / B4 + B3$
NDMI <i>Normalized Difference Moisture Index</i> (Wilson y Sader, 2002)	Es un índice directamente relacionado con el contenido de humedad del terreno y la vegetación. Se basa en la fuerte absorción de la radiación de onda corta por capas superficiales de las plantas y por el terreno húmedo y en la alta reflectancia en la banda del infrarrojo cercano por vegetación activa.	NDMI = $B4 - B5 / B4 + B5$
NBR <i>Normalized Burn Ratio</i> (Key y Benson, 1999)	Es un índice que maximiza los cambios de reflectancia en plantas y suelo debido a cambios drásticos como a los incendios forestales. El Porcentaje de Burn Normalizado (NBR) se definió para destacar las áreas que se han quemado y al índice de la gravedad de un incendio usando imágenes Landsat TM. La fórmula para el NBR es muy similar a la de NDVI salvo que utiliza el infrarrojo cercano 4 banda y la banda del infrarrojo de onda corta (B7)	NBR = $(B4 - B7) / B4 + B7$

Para calcular estos índices con rigor deberían convertirse los valores digitales de la imagen a reflectividad. Sin embargo, siempre que no se pretenda conceder un valor físico a los resultados, se pueden calcular a partir de los valores digitales previa corrección del efecto atmosférico. El índice de vegetación proporcionará una valoración relativa, en el caso del NDVI los valores cercanos a 1 indicarán mayor vigor vegetal. El umbral crítico se sitúa entorno a 0.1, por debajo del cuál el NDVI indica suelo desnudo u otro tipo de objetos.

Elimina el afecto atmosférico de la bandas 'ETM_ 05092000_b3' y 'ETM_ 05092000_b4' como lo hiciste en la práctica 4 (restando simplemente el valor mínimo de cada banda). Denomina a las imágenes obtenidas 'ETM_ 05092000_b3_c' y 'ETM_ 05092000_b4_c', respectivamente. A continuación, emplea el comando **Transformaciones/Índices de vegetación** para obtener la imagen NDVI a partir de la imágenes 'ETM_ 05092000_b3_c' y 'ETM_ 05092000_b4_c'. Denomina a la imagen de salida 'ETM_ 05092000_NDVI'.

En la figura 16 ¿Qué valores de NDVI se corresponden con zonas cubiertas por vegetación? ¿Y con el embalse?



Figura 16. Visualización del NDVI de la zona de estudio

Empleando el comando **herramientas/operar/aritmética** (figura 17) calcula ahora el NMDI y el NBR. ¿Encuentras alguna diferencia entre los 3 índices? (ver resultados en figuras 18 y 19).



Figura 17. Operaciones aritméticas en rs-educator



Figura 18. Visualización del NDMI de la zona de estudio

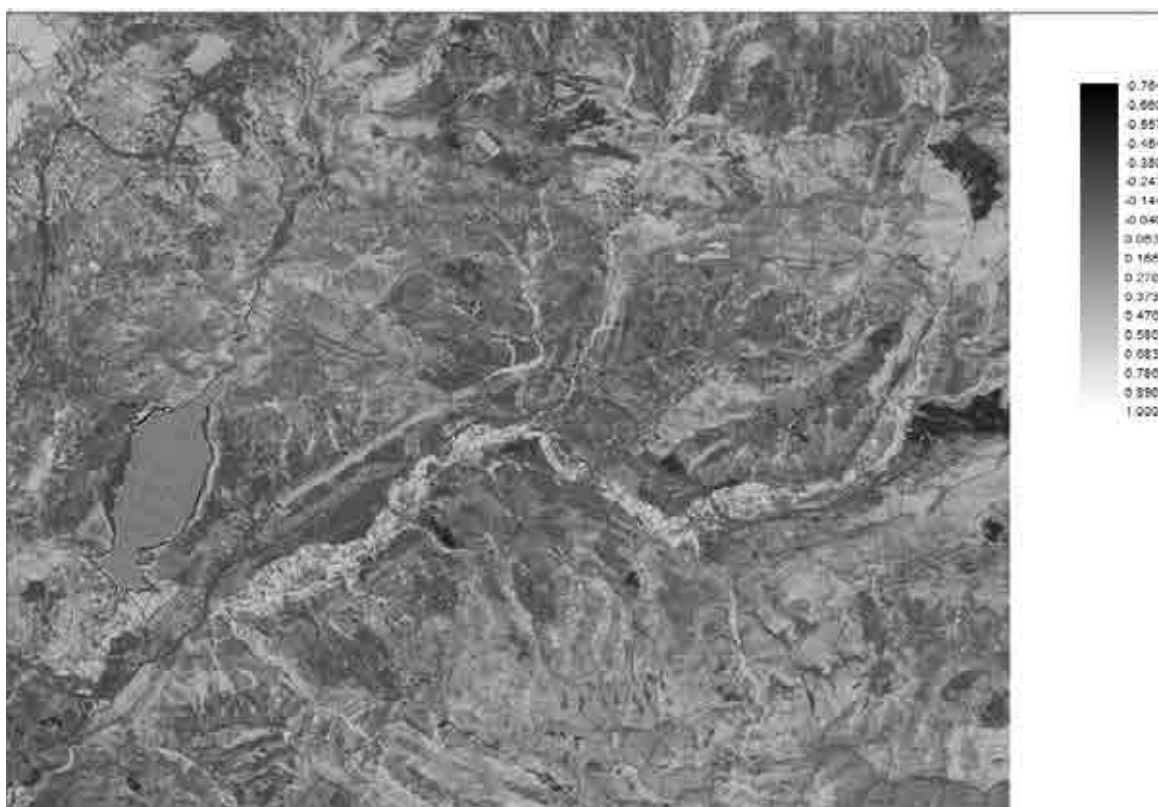


Figura 19. Visualización NBR de la zona de estudio



2.2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El objetivo del Análisis de Componentes Principales (ACP), es resumir un grupo grande de variables en un nuevo conjunto más pequeño, pero sin perder la parte significativa de la información original. Aplicado a la teledetección, los componentes principales son nuevas imágenes en las que está resumida la información espectral de todas las bandas que intervienen en el cálculo, de esta forma se elimina la redundancia de información habitual entre bandas próximas en el espectro (figura 8).

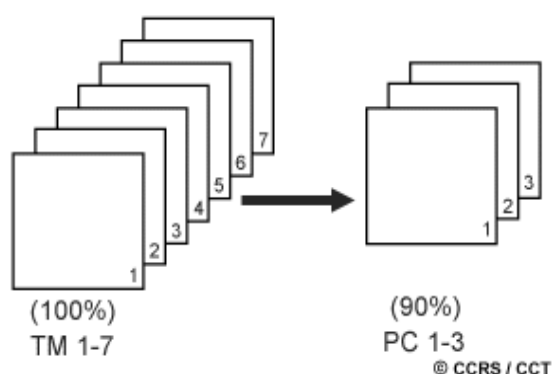


Figura 20. Transformación de Componentes Principales (figura tomada de CCRS)

Comprueba que existe redundancia entre algunas bandas de la imagen Landsat con la que trabajamos. Para ello, emplea el módulo **Herramientas/Regresión** sobre las bandas 3 y 4 ($R^2=0.068$) y observa el coeficiente de correlación; compáralo con el coeficiente de correlación para las bandas 1 y 2 ($R^2=0.903$)(ver figura 21)



Figura 21: Estudio de la correlación entre bandas. A la izquierda banda 3 frente a banda 4, a la derecha banda 1 frente a la banda 2

Vamos a aplicar ACP a todas las bandas reflectivas de la imagen Landsat. Ejecuta el módulo **Transformaciones/Componentes Principales** sobre las bandas 1-5 y 7 de la imagen y obtén 6 componentes principales. Rs-educa añade el sufijo PC0, PC1,... al nombre que tu indiques para guardar las imágenes transformadas (ver figura 22).

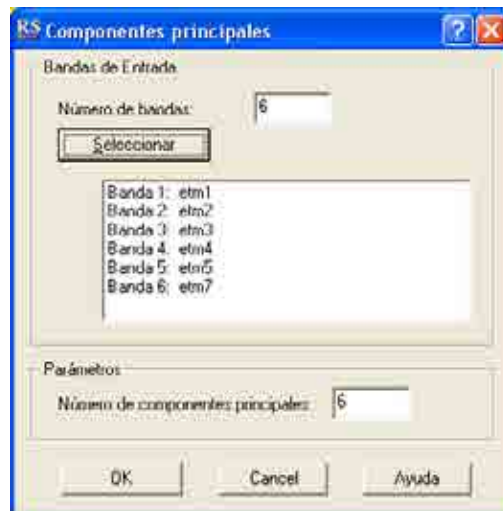


Figura 22. Cuadro de diálogo del Análisis de Componentes Principales

Una vez calculados los componentes principales, observa las estadísticas asociadas que aparecen en pantalla (figura 23), sobre todo la matriz de coeficientes de correlación y los porcentajes de varianza explicados por cada componente principal creado. ¿Cuál es la relación de las bandas 3 y 4 en la matriz? ¿Cuál es la banda más correlacionada con la banda 1? ¿Cuánta varianza explican los componentes principales 1, 2 y 3? Si retienes estos tres componentes, ¿cuánta información descartas?

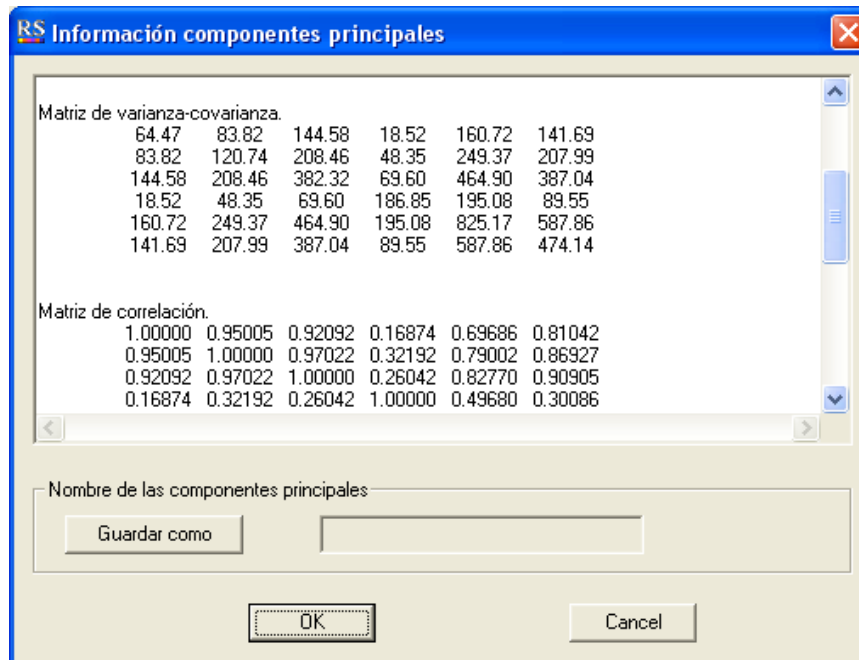


Figura 23. Información de las componentes principales calculadas con rs-educa

Los resultados que deberías obtener en tu análisis son los siguientes (tablas 3, 4 y 5)



Tabla 3. Matriz de varianza-covarianza

BANDAS	B1	B2	B3	B4	B5	B7
B1	64.47	83.82	144.58	18.52	160.72	141.69
B2	83.82	120.74	208.46	48.35	249.37	207.99
B3	144.58	208.46	382.32	69.60	464.90	387.04
B4	18.52	48.35	69.60	186.85	195.08	89.55
B5	160.72	249.37	464.90	195.08	825.17	587.86
B7	141.69	207.99	387.04	89.55	587.86	474.14

Tabla 4. Matriz de correlación

BANDAS	B1	B2	B3	B4	B5	B7
B1	1.000000	0.950055	0.920918	0.168744	0.696862	0.810423
B2	0.950055	1.000000	0.970216	0.321922	0.790018	0.869272
B3	0.920918	0.970216	1.000000	0.260420	0.827696	0.909053
B4	0.168744	0.321922	0.260420	1.000000	0.496800	0.300864
B5	0.696862	0.790018	0.827696	0.496800	1.000000	0.939826
B7	0.810423	0.869272	0.909053	0.300864	0.939826	1.000000

Tabla 5. Componentes principales

	CP0	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Varianza (%)	84.81	9.63	4.36	0.70	0.40	0.10
Autovalores	1741.785	197.800	89.456	14.377	8.148	2.129

CP= Componente Principal

Una vez contestadas las preguntas planteadas, los comentarios siguientes te servirán para concretar tus respuestas. En la tabla 5 puedes comprobar la varianza explicada por los diferentes Componente Principales (CP), puedes comprobar como el primer componente concentra el 84,81 % de la varianza, es decir, es el que aporta más información. Solamente los 3 primeras CP aportan una información relevante (>98 %). Por esta razón sólo analizaremos los 3 primeras CP.

El significado espectral de las CP se puede interpretar a partir de la tabla 4 donde se observa la relación entre el CP y las bandas originales. La interpretación de los componentes principales no es sencilla. En general, la interpretación se basa en:

- El primer componente (CP0) suele expresar un promedio ponderado de todas las bandas. Recoge, en consecuencia, una valoración de las características espectrales de todas ellas, similar al aspecto que podría presentar una **imagen pancromática** (ver figuras 25 y 26).
- El segundo componente (CP1) suele mostrar una correlación positiva y elevada con la banda 4, por lo tanto, mostrará la **vegetación más vigorosa**.



- El tercer componente (CP2) suele mostrar la diferencia entre las bandas del visible y del infrarrojo reflejado, lo que está relacionado con el **contenido de humedad** de las cubiertas cartografiadas.

Observa ahora la tabla 6 de 'autovectores'. ¿Qué banda presenta la mayor correlación con el segundo componente principal?

Tabla 6. Matriz de Autovectores

	B1	B2	B3	B4	B5	B7
CP0	0.15821	0.23691	0.43488	0.14219	0.67023	0.51019
CP1	-0.21092	-0.18097	-0.37989	0.79893	0.32807	-0.18037
CP2	0.27704	0.39901	0.48113	0.52375	-0.44996	-0.23617

Visualiza (comando **Visualización/Imagen**) las imágenes de todos los componentes principales obtenidos con la paleta 'Grisés 256' y observa como se va reduciendo la variabilidad explicada por cada componente principal. ¿Se parece mucho la imagen del último componente principal a las imágenes originales? ¿Pierdes mucha información si la descartas?

Observa en detalle los tres primeros componentes principales. En el CP0 observarás los bajos valores del agua y la vegetación, medios en los espacios edificados, y altos en los suelos descubiertos. Estos resultados son similares a los observados en imágenes pancromáticas. En el CP1 se evidencian las zonas con una actividad clorofílica más intensa (tonos más claros) que resaltan con las zonas de agua y urbanizadas (tonos más oscuros).

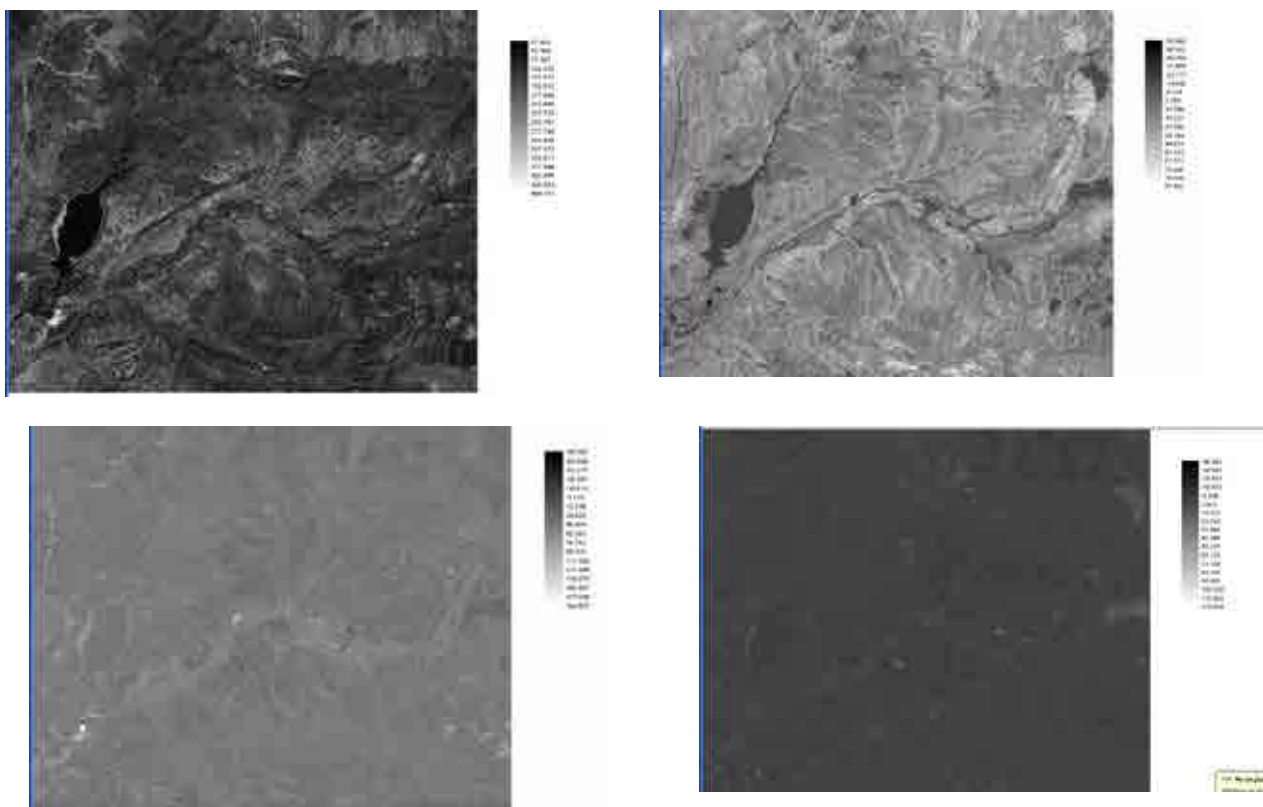


Figura 24. Visualización de las CP0 y CP1 (arriba); y CP2 y CP3 (abajo)



Realiza una composición en color de los tres primeros componentes principales asignando la siguiente relación RGB: CP0,CP1,CP2 (módulo **Realces/composición de color**). En la figura 25 aparece la visualización de la imagen resultante, al asignar el CP1 al color verde (Green) puedes comprobar como resalta la vegetación de la zona de estudio. Esta imagen puede resultar útil para efectuar la clasificación de la imagen ETM, ya que recoge prácticamente la totalidad de la variabilidad de los datos originales. Si piensas en los resultados obtenidos, te darás cuenta que también la clásica composición en falso color RGB: 543 recoge una gran parte de la información de la imagen, por lo que permite 'resumir' en una única imagen la información de todas las bandas, siendo también muy utilizada como entrada al algoritmo de clasificación, como veremos en la práctica siguiente.

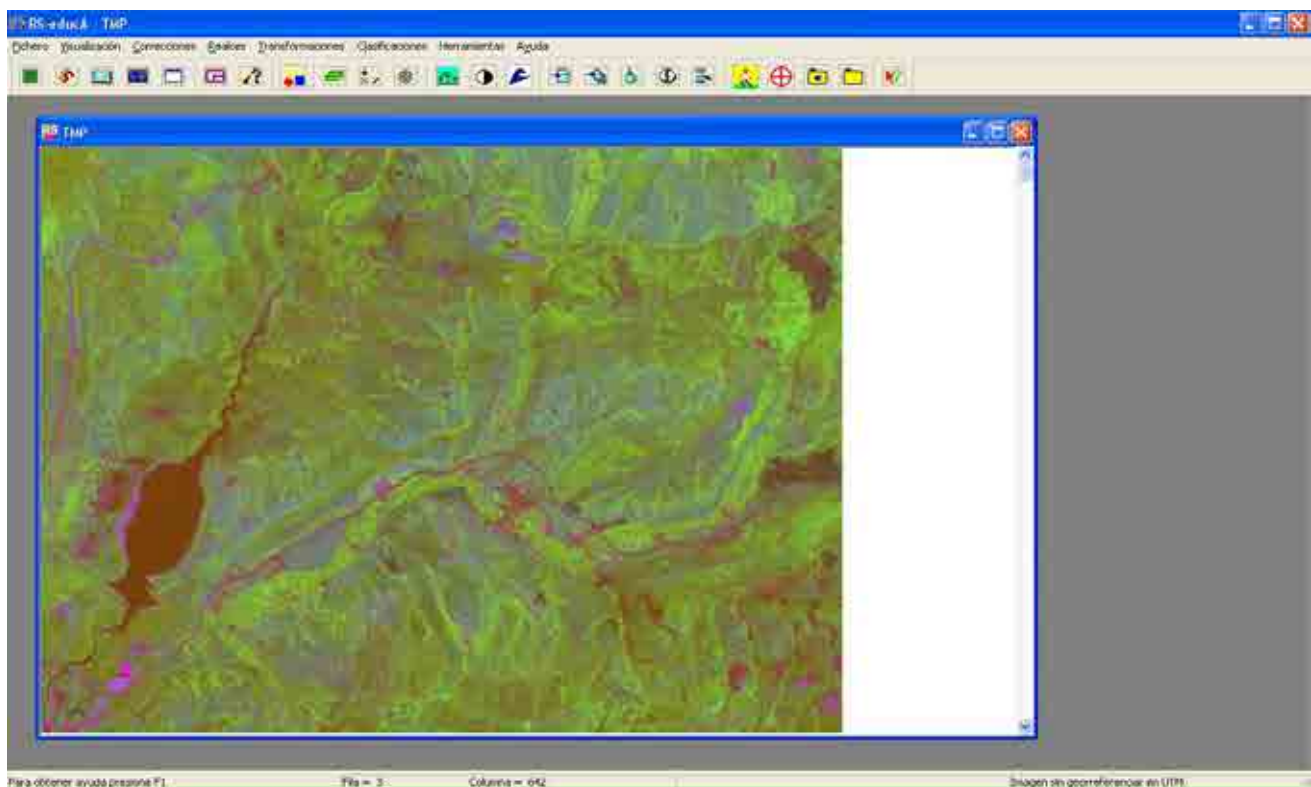


Figura 25. Visualización del compuesto RGB: CP0,CP1,CP2

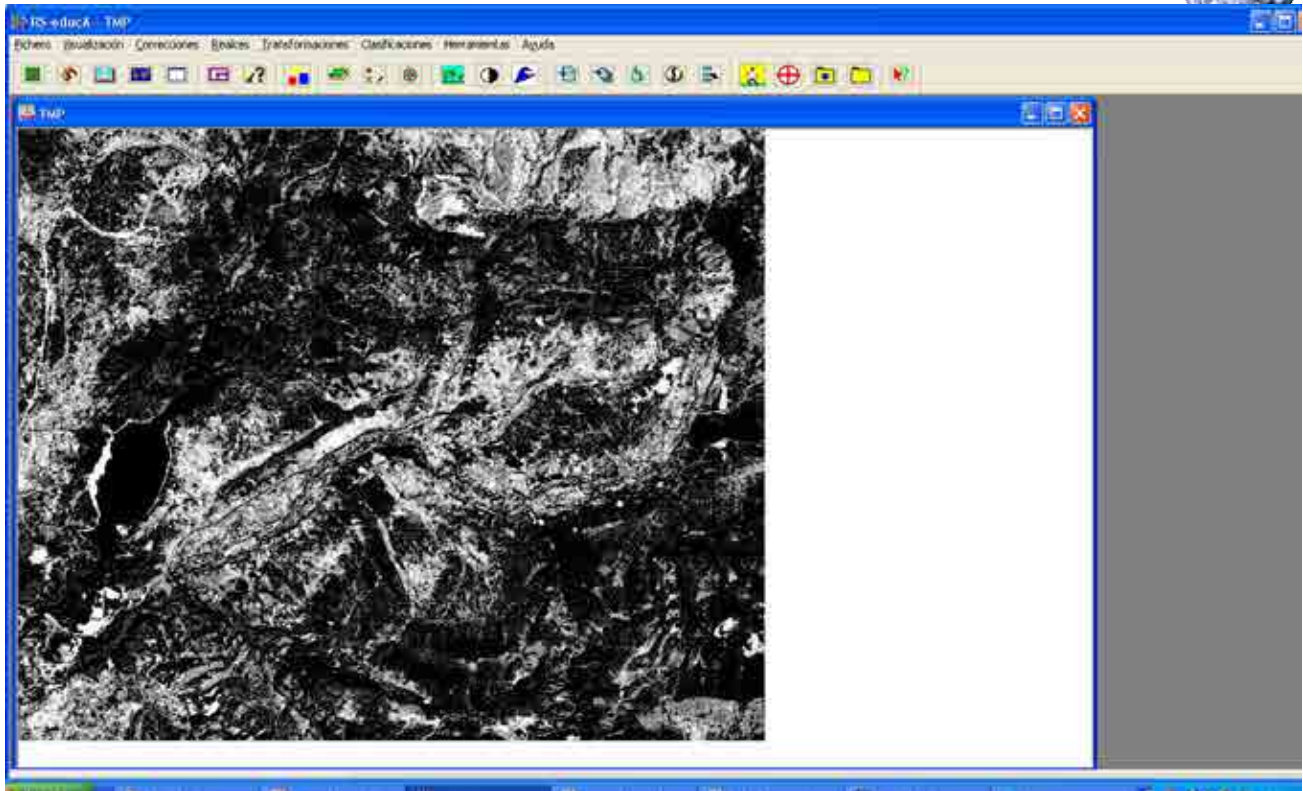


Figura 26. Imagen panromática del Landsat 7 (15 x 15 m resolución espacial)

2.3. TRANSFORMACIÓN “TASSELED CAP” (TTC)

Esta operación permite obtener unas nuevas bandas, por combinación lineal de las originales, con objeto de realzar algunos rasgos de interés en la escena. Tiende a poner más en evidencia el comportamiento espectral de la vegetación y el suelo, a partir de crear un nuevo sistema de coordenadas mejor ajustado a ese espacio físico, en el que se pretende que sea más nítida la separación entre ambas cubiertas.

Vamos a aplicar TTC a todas las bandas reflectivas de la imagen Landsat. Ejecuta el módulo **Transformaciones/ Tasseled cap** sobre las bandas 1-5 y 7 de la imagen y obtén 3 nuevas imágenes: brillo, verdor y humedad. rs-educA añade el sufijo brillo, verdor y humedad al nombre que tú indiques para guardar las imágenes transformadas. (**Importante:** en las imágenes de salida los nombres están confundidos: humedad corresponde a verdor y viceversa. En breve corregiremos este error del programa).

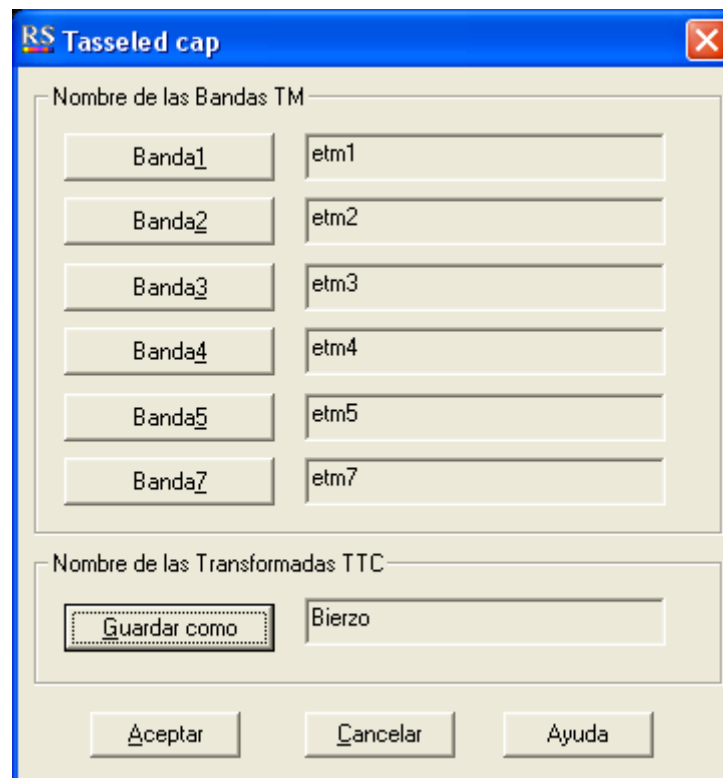


Figura 27. Cuadro de diálogo de la transformación Tasseled cap

Vamos a interpretar los 3 componentes de la TTC (ver figura 28):

1. Brillo. Refleja los cambios en la reflectividad total de la escena, se trata de una suma ponderada de todas las bandas excepto el térmico. Aparece como una imagen pancromática. Presenta rasgos muy parecidos a la primera componente ACP.
2. Verdor. Indica el contraste entre las bandas visibles y el infrarrojo próximo. La banda 4 interviene positivamente mientras que las tres bandas del visible lo hacen negativamente, especialmente la banda 3. Por tanto el resultado es similar a un índice de vegetación. Permite por tanto llevar a cabo análisis de la densidad y estado de salud de la vegetación. Expresa claramente los dominios de la vegetación en la imagen. Los valores más claros corresponden a la vegetación y los más oscuros a suelos desnudos, áreas edificadas y carreteras.
3. Humedad. Se relaciona con el contenido de agua en la vegetación y en el suelo, y se marca por el contraste entre el infrarrojo medio, en donde se manifiesta con mayor claridad la absorción de agua, y el resto de las bandas. También se ha encontrado una relación entre este componente y la madurez de la vegetación.

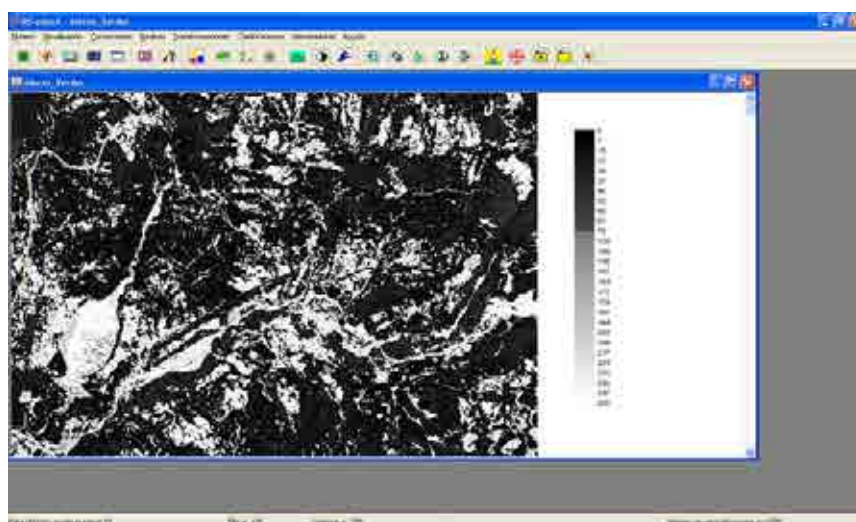
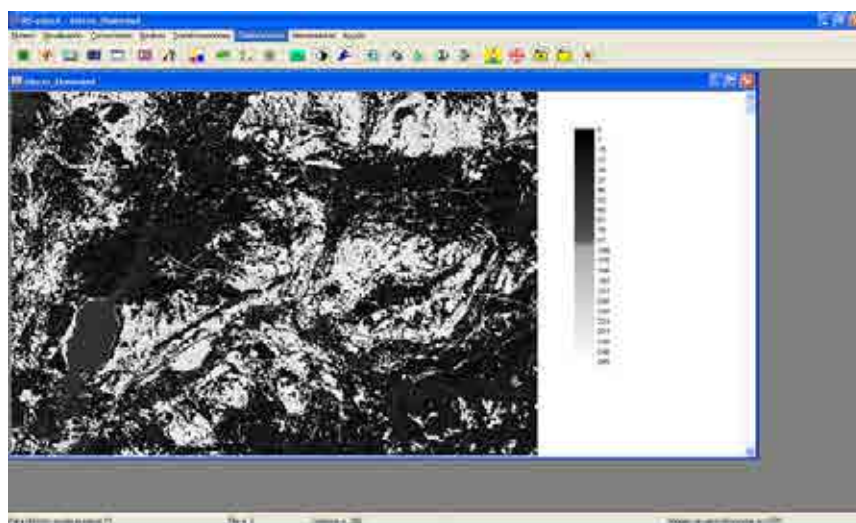
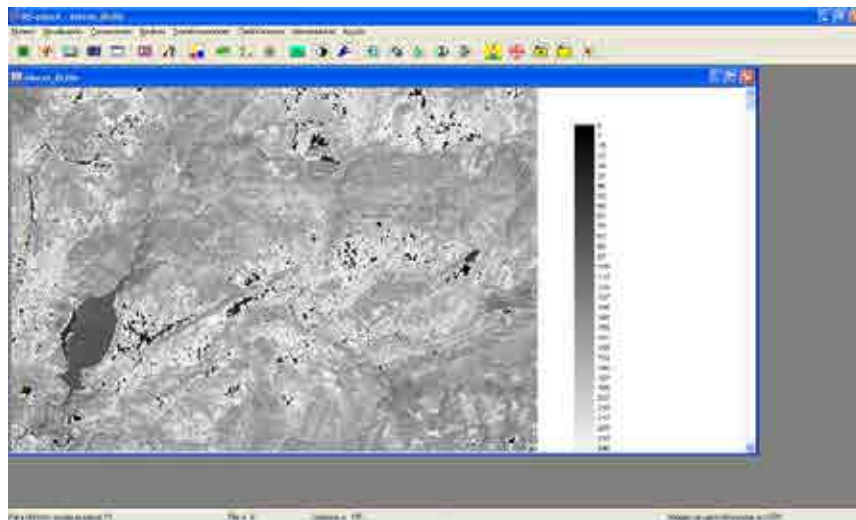


Figura 28. Imágenes brillo, verdor y humedad (de arriba a bajo).



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Para interpretar las composiciones de color, hay que recordar la asignación de colores realizada a cada banda y pensar en la reflectancia de los objetos según la longitud de onda. ¿De que color aparece la vegetación en las composiciones realizadas? ¿Y el agua? Piensa porqué es así.
2. ¿Qué índice de vegetación tiene más aplicabilidad en incendios forestales? ¿Busca en bibliografía algún otro índice de vegetación y comenta su utilidad.
3. ¿Qué efecto tiene el filtro de media sobre los bordes y líneas de la imagen? ¿Y el filtro de moda? ¿Y el filtro paso alto?
4. Si aplicamos ACP a todas las bandas de una imagen Landsat ¿el número final de bandas en las que se concentra la mayor parte de la información será mayor o menor al número de bandas original?
5. Tal y como hemos planteado el ACP, ¿los primeros componentes aportan más o menos variabilidad que los últimos?
6. ¿Qué información contiene la matriz de los coeficientes de correlación que aparece al aplicar la transformación ACP?
7. ¿En la transformación Tassled Cap qué componente es equivalente a un Índice de Vegetación?

Práctica 6



TÍTULO: PROCESADO I: CLASIFICACIONES

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en **rs-educa**:

- * Conocerás las diferentes metodologías de clasificación de una de una imagen de satélite
- * Sabrás realizar una clasificación supervisada y no supervisadas
- * Podrás analizar la fiabilidad de tu clasificación aplicando diferentes formas de validación.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software **rs-educa** y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios.



MATERIAL

Imágenes Landsat 7 del sensor ETM+. Las seis bandas reflectivas (1-5 y 7) más la imagen pancromática del Landsat—7 de la comarca de El Bierzo tomada el día 5 de septiembre de 2000 (Ficheros ETM_05092000_bx)

Imagen 'Verd_ter': corresponde al mapa de usos del suelo que será empleada como verdad-terreno en el proceso de validación.

ENUNCIADO

En esta práctica efectuaremos la clasificación de una imagen de satélite, mediante diferentes alternativas, considerando las tres etapas o fases presentadas en las clases teóricas: fase de entrenamiento, fase de asignación y fase de verificación de resultados.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

0. INTRODUCCIÓN

De forma genérica se puede decir que clasificar una imagen consiste en asignar a cada píxel (o parte de él) a una categoría en función de un criterio de clasificación y atendiendo al conjunto de valores digitales de este elemento en varias bandas (firma espectral).

El objetivo final de la clasificación es diferenciar grupos (ej: suelo, vegetación, agua,..) cuyos miembros tengan ciertas características en común. El resultado óptimo permitiría obtener una relación biunívoca entre las clases espectrales y las clases de información, aunque esto se consigue muy raramente por lo que habrá que estudiar siempre la fiabilidad de la imagen clasificada

Existen dos grandes estrategias de clasificación: supervisada y no supervisada.

***Clasificación "supervisada" (Análisis Discriminante)**

Contamos con unas muestras para cada uso del suelo en las que se ha medido su firma espectral y esta información la utilizaremos para clasificar todos los píxeles de la imagen dentro de los grupos o clases que previamente hemos definido (leyenda). El Análisis Discriminante permite "aprender" ("inteligencia artificial") de esta muestra patrón para poder clasificar nuevas observaciones en el grupo al que es más probable que pertenezcan las nuevas observaciones basándonos en las medidas de las nuevas observaciones en las variables estudiadas.

Al efectuar una clasificación de una imagen es necesario seguir una serie de etapas:

1. Definición de las clases de información que se desean discriminar; y selección de los rasgos particulares (dentro de cada banda) que permitan describir cada patrón. Habitualmente conocida como fase de entrenamiento.
2. Elección del algoritmo de clasificación o método más adecuado para comparar las clases espectrales; y asignación de cada píxel a las diferentes clases. También llamada fase de asignación.



3. Validación o comprobación de los resultados de la clasificación. Fase de verificación.

La figura 6.1 muestra en un diagrama de bloques los pasos necesarios para llevar a cabo una clasificación supervisada, que se utiliza como muestra.

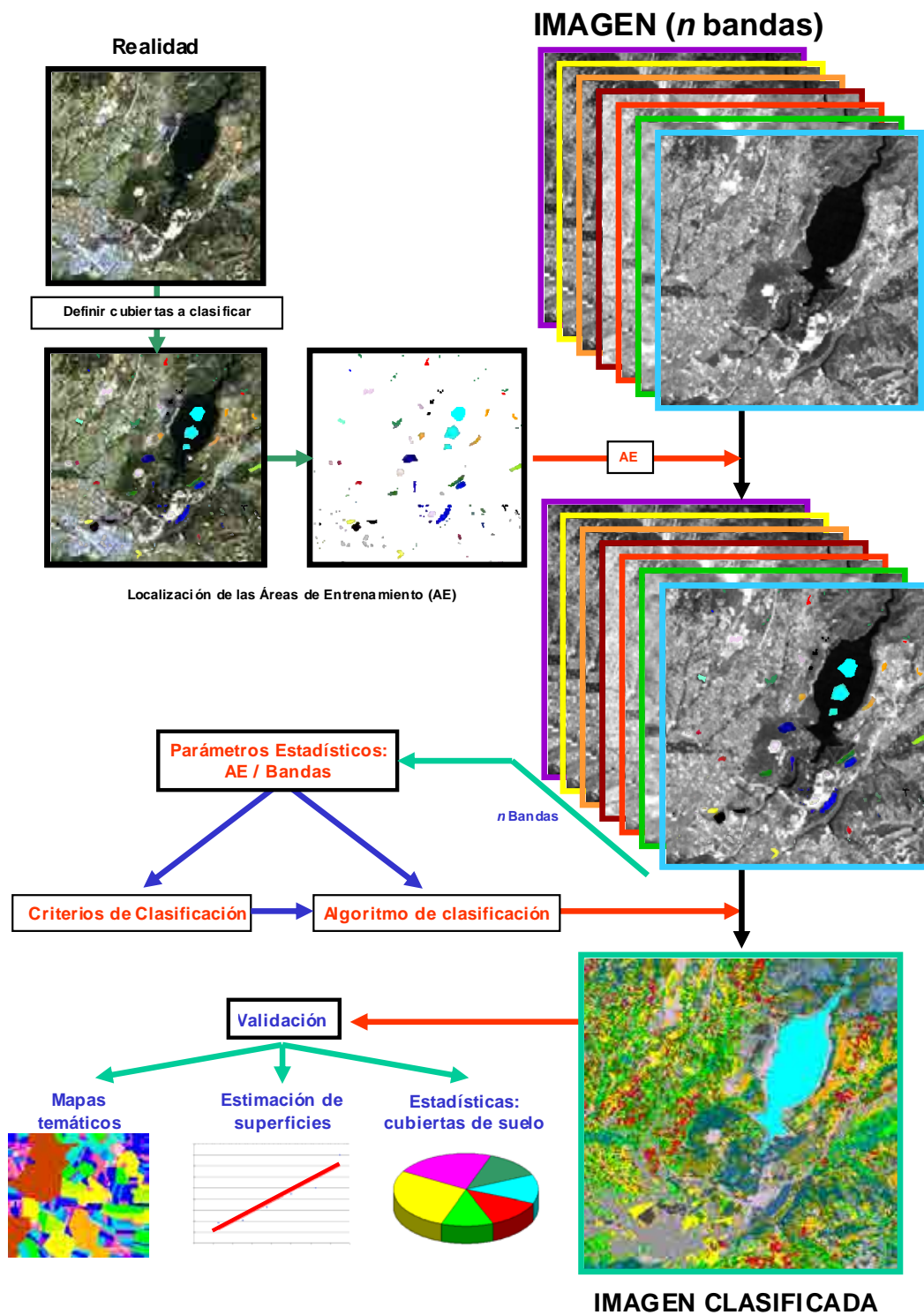


Figura 6.1. Esquema general de una clasificación supervisada



*Clasificación "no supervisada" (Clustering)

Ahora el problema es completamente diferente al tratado en clasificación supervisada porque no tenemos una muestra "patrón" de usos del suelo que estén bien clasificados. Más aún, ni siquiera sabemos el número de grupos que deben ser buscados. Nuestro objetivo es buscar grupos de forma que los individuos en un mismo grupo sean "parecidos" y lo más "diferentes" posibles a los individuos en otros grupos. Podemos distinguir entre dos familias de métodos muy diferentes: jerárquicos y no jerárquicos.

1. FASE DE ENTRENAMIENTO

En esta etapa han de definirse las firmas espectrales de cada clase de información o categoría considerada. Si consideramos clasificaciones supervisadas, tendremos que definir en primer lugar las áreas de entrenamiento que servirán para definir dichas firmas. Si trabajamos con clasificaciones no supervisadas, será **rs-educa** quien defina las firmas de acuerdo con las características espectrales de la imagen que ha de clasificarse.

Ya que emplearemos ambos tipos de clasificación, deberemos definir las firmas espectrales para proporcionárselas a los clasificadores supervisados; en **rs-educa** esta operación se realiza digitalizando en la pantalla las áreas de entrenamiento de cada clase de información. Las áreas de entrenamiento son zonas de la imagen cuya respuesta espectral es la respuesta característica de cada clase. Idealmente deberían definirse varios polígonos para cada clase, recogiendo la variabilidad de cada clase en la zona de estudio. Por falta de tiempo trabajaremos únicamente con las áreas de entrenamiento marcadas en la Figura 6.2. Las clases consideradas serán: vegetación (identificador = 1 en verde en la figura), zonas mineras (identificador = 2, rojo), agua (identificador = 3, azul) y suelo (identificador = 4, amarillo).

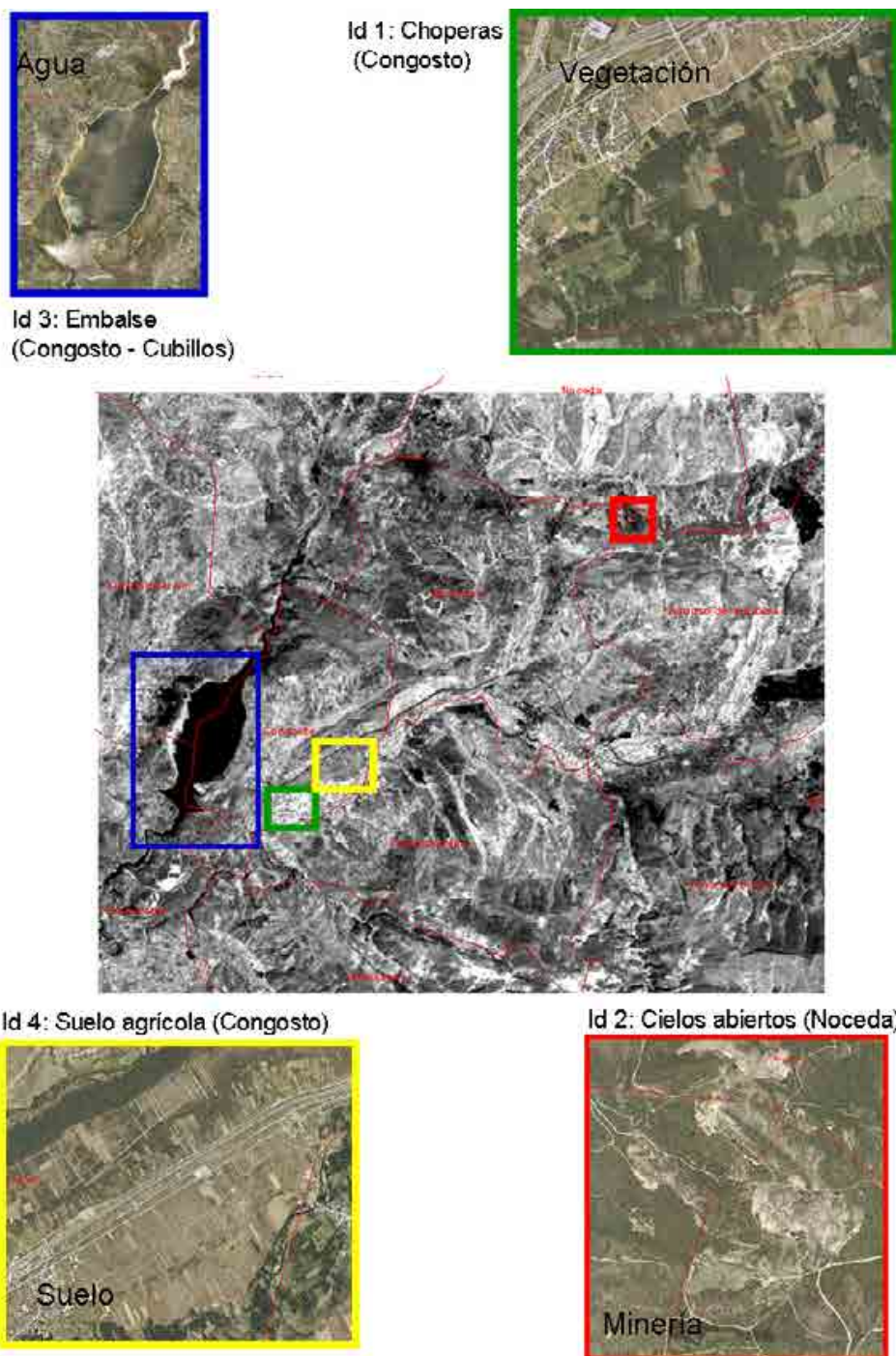


Figura 6.2. Zonas de entrenamiento

Visualiza (**Realces/Composición de color**) la imagen en falso color del área de estudio, formada a partir de la asignación RGB: 543. El programa **rs-educa** lleva a cabo la fase de entrenamiento en dos etapas:

***Fase 1:** En esta primera fase debes indicar al programa las bandas de la imagen que vas a utilizar en la clasificación (bandas 1-5 y 7 de la imagen Landsat) mediante el comando **Clasificaciones/Supervisada/Fase de entrenamiento**.

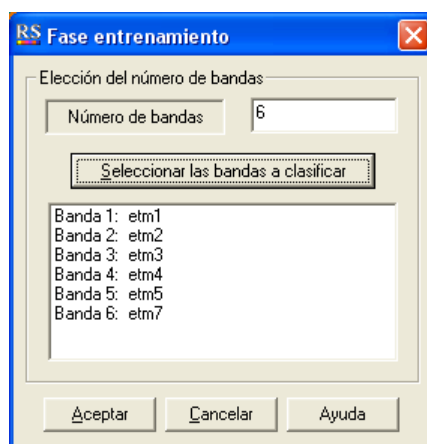


Figura 6.3. Cuadro de diálogo para la elección del número de bandas

***Fase 2:** En esta segunda fase, **rs-educa** calcula los estadísticos de las clases que definas para las bandas que has indicado en la etapa 1. Utiliza el comando **Clasificaciones/Supervisada/Establecer clase** (figura 6.4) tantas veces como clases quieras definir (cuatro en esta práctica). Debes de utilizar la opción cruces o rectángulos del modo de selección. Cada vez que lo utilices, debes guardar en un fichero con el nombre de la clase (por ejemplo, agua.txt) y debes marcar el modo de selección de los píxeles que pertenecen a la clase (utiliza la opción cruces o rectángulos, selección por puntos puede no funcionar). Una vez realiza esta operación debes marcar con el cursor los píxeles que pertenecen a la clase en cuestión (si es necesario puedes realizar un ZOOM) cuando termines de marcar los pixeles haz clic en el botón derecho para finalizar.



Figura 5.4. Cuadro de diálogo de establecer clase



2. FASE DE ASIGNACIÓN

Como ya hemos indicado, **rs-educa** permite realizar clasificaciones supervisadas y no supervisadas. En esta práctica realizaremos una clasificación no supervisada y una supervisada.

2.1. CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

Para efectuar la clasificación supervisada consideraremos el módulo **Clasificación/Supervisada/Clasificador de Mínima distancia**. Partiendo de las firmas de las clases definidas, se van asignando los píxeles con el criterio de mínima distancia euclídea. El clasificador de mínima distancia es más lento que el clasificador de paralelepípedos, y más rápido que el de máxima probabilidad. Y se utiliza, generalmente, cuando el número de píxeles que define las firmas es muy pequeño, o cuando las áreas de entrenamiento no están bien definidas (nuestro caso).

Ejecuta el comando **Clasificación/Supervisada/Clasificador de Mínima distancia**. Introduce el número de clases que quieres identificar y el nombre de los ficheros de las firmas espectrales creados anteriormente.

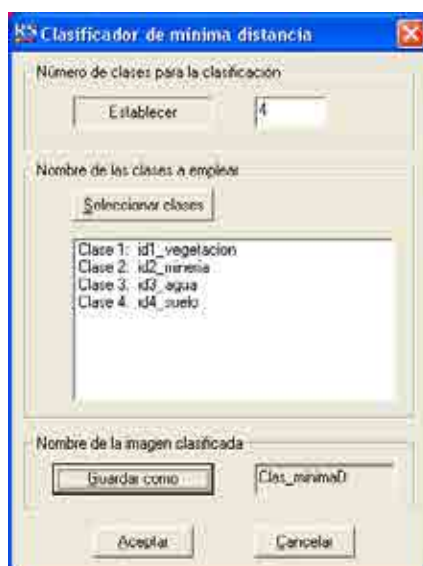


Figura 6.5. Cuadro de diálogo Clasificación Mínima distancia (4 clases y 6 bandas:1-5 y 7)

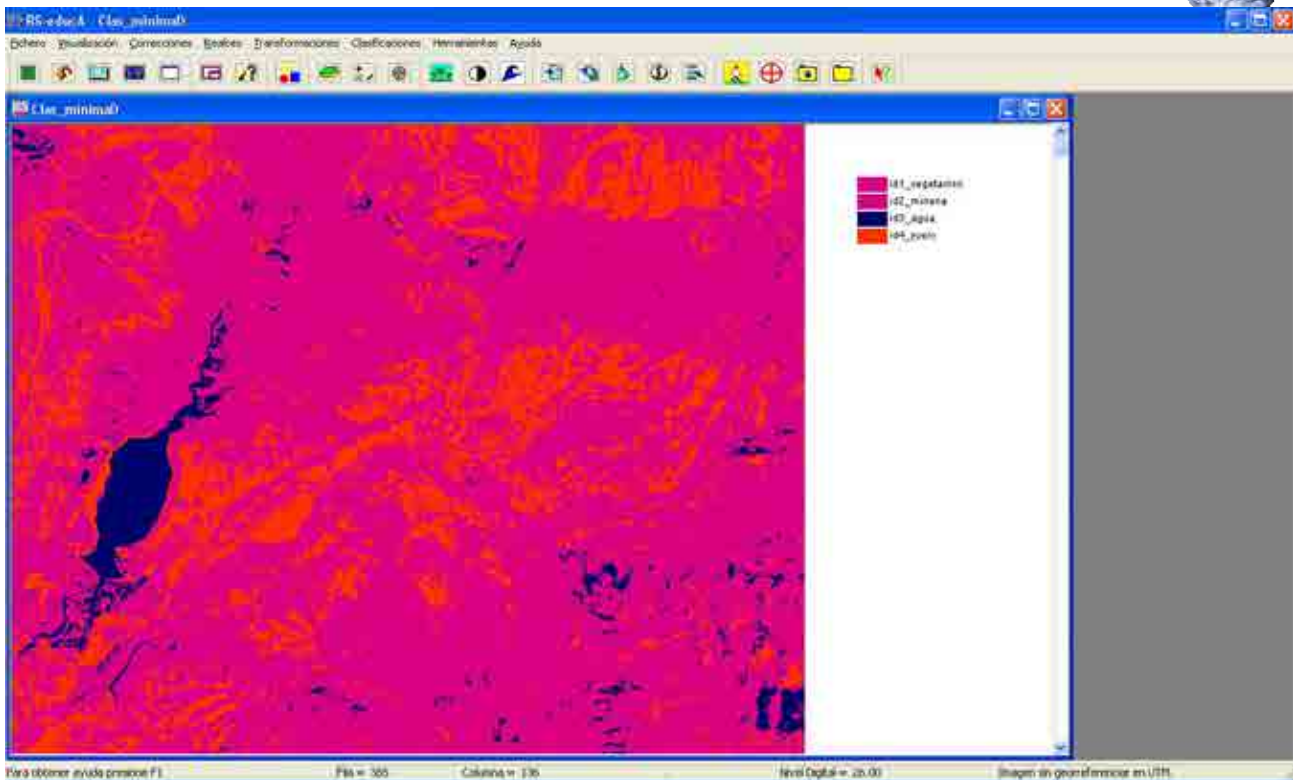


Figura 6.6. Imagen Clasificación Mínima distancia (4 clases y 6 bandas:1-5 y 7)

Puedes utilizar también los módulos **Clasificación/Supervisada/Clasificador de Paralelepípedos** (utiliza como rango de dispersión el valor 1. En la clasificación resultante pueden aparecer valores 0 que indican que hay píxeles que no se han clasificado). Puedes realizar diferentes pruebas, y variar también las bandas incluidas en el proceso. Observa los resultados obtenidos ¿qué parámetros parecen proporcionar la mejor clasificación? (**nota:** el clasificador de máxima probabilidad pueda dar problemas en algunas versiones de Windows).

2.1. CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA

Para efectuar la clasificación no supervisada emplearemos el módulo **Clasificación/No Supervisada**. Recuerda que en este tipo de clasificaciones la fase de entrenamiento y asignación se confunden, ya que es el propio programa quien caracteriza las clases al realizar la asignación. **rs-educa** utiliza el clasificador ISODATA.

Introduce en el cuadro de dialogo (figura 6.7) las bandas que quieres clasificar y el número de clases que quieres identificar (Nota: la operación puede tardar unos minutos)



Figura 6.7. Cuadro de diálogo Clasificación no Supervisada

En la figura 6.8 aparecen el resultado de una clasificación no supervisada. Varía las bandas utilizadas como entrada al algoritmo y compara el resultado obtenido con los resultados conseguidos empleando clasificadores supervisados. ¿Qué combinación de bandas ofrece los mejores resultados visualmente?

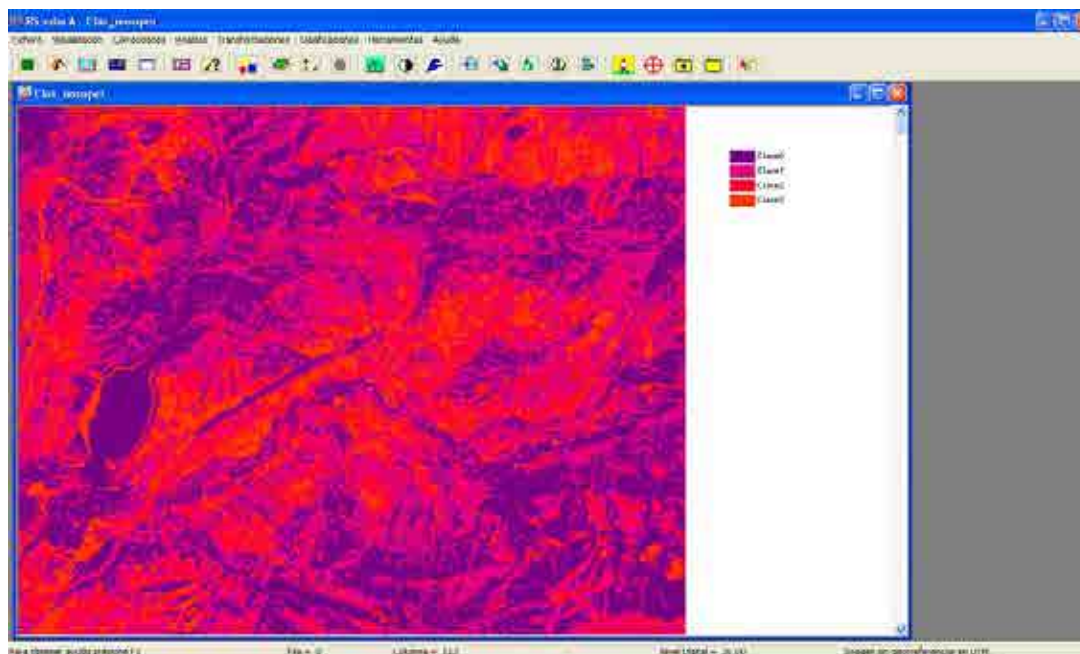


Figura 6.8. Clasificación no supervisada (4 clases y 6 bandas: 1-5 y 7)

Puede ser que necesites filtrar la imagen de salida si ésta contiene todavía mucha variabilidad. Normalmente son deseables unidades cartográficas de cierto tamaño y homogéneas. ¿Qué tipo de filtro te parece el más conveniente? ¿Paso alto o paso bajo? Filtra la imagen en la forma que



estimes oportuno con el comando **Realces/Filtrado de la imagen**. (Si no tienes claro cuál es el mejor filtro, haz distintas pruebas).

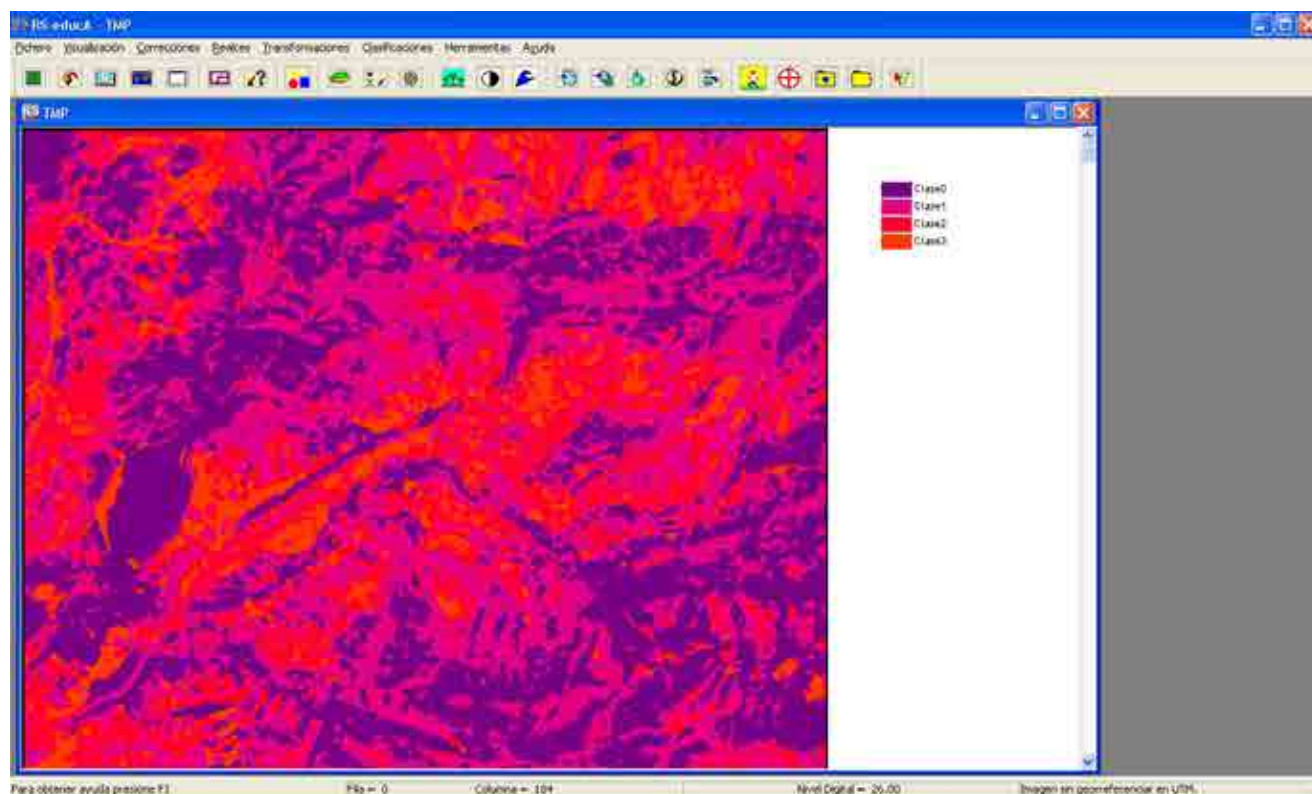


Figura 6.9. Ejemplo filtro de moda 5x5

3. FASE DE VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

Tras la clasificación es fundamental evaluar estadísticamente la validez de los resultados. Además, esto te permitirá elegir el mejor clasificador de una forma objetiva. Este proceso consiste en comparar los valores de algunos píxeles de la imagen clasificada con la realidad de algunas localizaciones. En esta práctica consideraremos como imagen verdad-terreno la imagen 'verd_ter'.

Para poder comparar las clasificaciones realizadas por los distintos algoritmos, y ver cuál es la mejor, es necesario que todos identifiquen las mismas clases. Reclasifica manualmente las distintas imágenes clasificadas obtenidas (utilizando el comando **Herramientas/Reclasificar**) de forma que en todas ellas las clases consideradas tengan los siguientes identificadores: vegetación (id = 1), zonas mineras, (id = 2), agua, (id = 3) y suelo (id = 4). En la figura 6.10 aparece el histograma de la imagen y la visualización de la misma. En este ejemplo los niveles digitales (ND) de las diferentes clases son: vegetación (ND = 60), zonas mineras (ND = 74), agua (ND = 47) y suelo (ND = 94). Con el comando reclasificar deberemos asignar a cada ND su identificador (id).

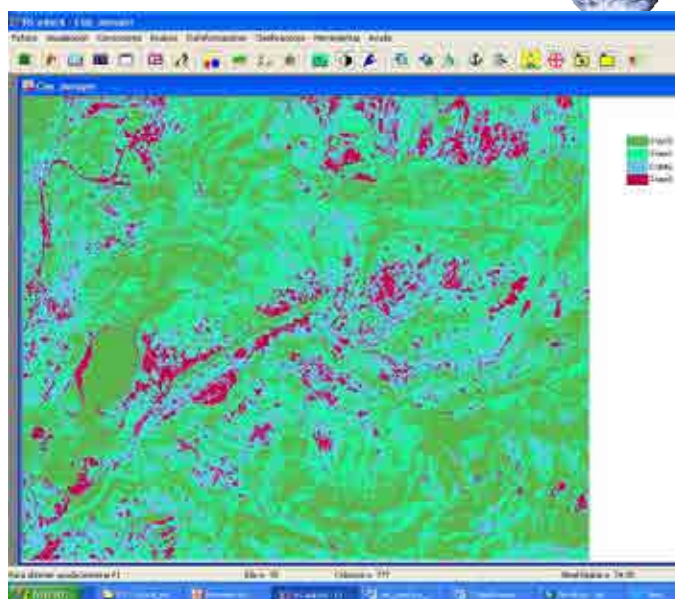
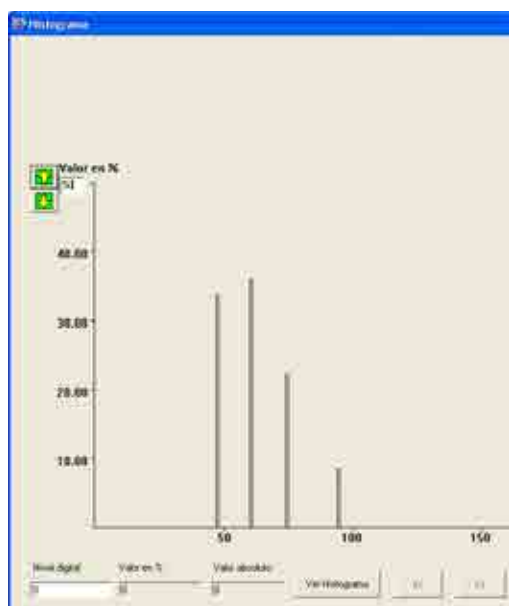


Figura 6.11. Cuadro de diálogo de la reclasificación

Como **rs-educa** clasifica por rangos (figura 6.11) debes de incluir el rango de entrada. Por ejemplo para reclasificar el ND 47 utilizamos desde 47 (incluido) hasta 48 (sin incluir).

El programa **rs-educa** al clasificar crea un fichero de Leyenda donde se informa de los distintos valores de las clases. Al reclasificar, si cambias el nombre del fichero o modificas sus valores deberás editar el fichero y cambiar los valores o crear un nuevo fichero. El fichero final en nuestro ejemplo tendrá el nombre 'clas_nosuper_reclass'. Necesitas crear 'Clas_nosuper_reclassLeyenda.txt' para poder realizar la verificación de los resultados (ver figura 6.12). El fichero llevará en el encabezamiento el número de clases (en nuestro caso 4) y los identificadores. Haz un fichero igual que el que aparece en la figura 6.12.



Figura 12. Fichero de leyenda

El programa **rs-educa** dispone del comando **Clasificaciones/Verificación/Matriz de confusión** para calcular la matriz de confusión y el índice kappa asociado a cada clasificación realizada. Antes de emplear este módulo es necesario realizar un muestreo en la imagen para obtener los puntos de verificación. Para ello utiliza el comando **Clasificaciones/Verificación/Muestreo Aleatorio** (figura 6.13) indicando la imagen que quieres muestrear (cualquier clasificación obtenida) y el número de muestras que deseas (en el ejemplo se han utilizado 2000).



Figura 6.13. Cuadro de diálogo del Muestreo aleatorio

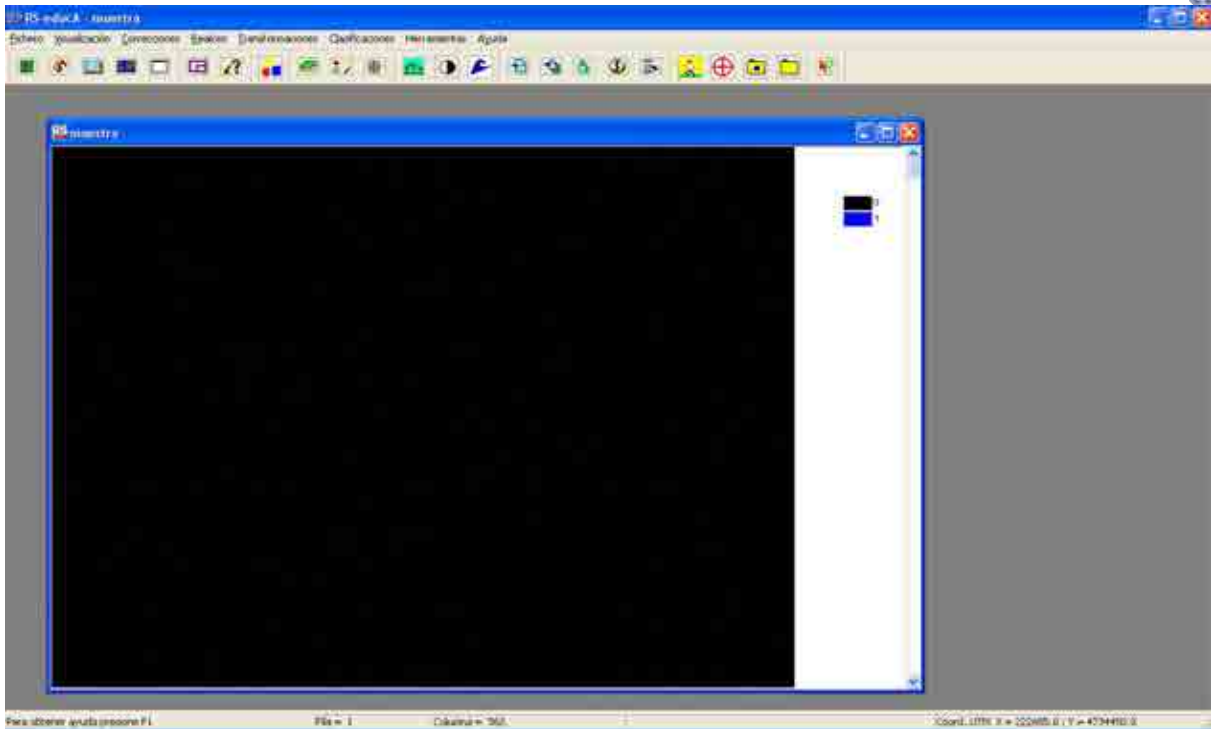


Figura 6.14. Imagen en la que se muestran los 2000 puntos muestreados

Una vez conseguida la máscara con las muestras y utilizando la imagen 'Verd_ter' como verdad-terreno, mediante el comando **Clasificaciones/Verificación/Matriz de confusión** podrás obtener el índice kappa para cada clasificación realizada (figura 6.15). ¿Qué índices kappa has conseguido en cada caso? ¿Dispones de alguna clasificación con índice kappa mayor que 0.7?

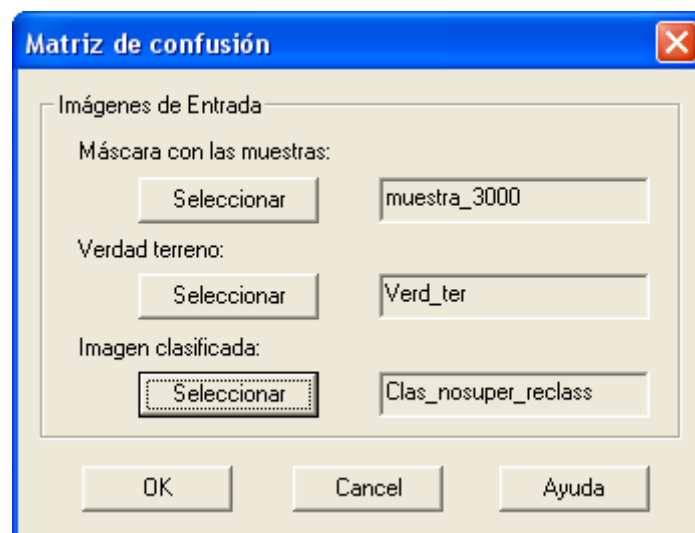


Figura 6.15. Cuadro de diálogo de la Matriz de Confusión



En la figura 6.16 (y en la tabla 6.1) aparecen los resultados del Índice Kappa y la matriz de confusión que se calcularon a partir de la clasificación. Esta matriz bidimensional recoge los conflictos entre categorías.

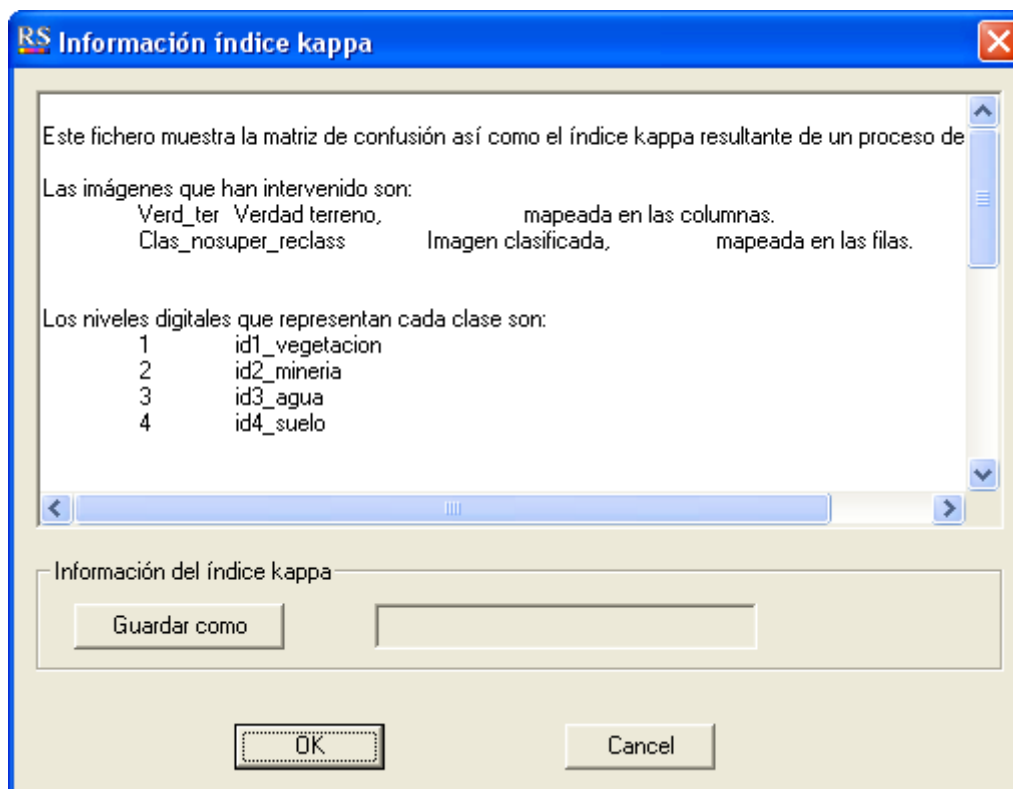


Figura 6.16. Resultados índice Kappa

Los valores en rojo de la diagonal indican los píxeles que fueron correctamente clasificados. Todos los valores fuera de la diagonal indican errores de omisión o de comisión. Los **errores de omisión** corresponden a los valores no diagonales de las columnas (ej.: un total de 559 píxeles que debieran haber sido clasificados como “vegetación” se asignaron a varias otras clases). Los **errores de comisión** corresponden a los elementos no diagonales de las filas (por ejemplo, $575+143+93 = 811$ píxeles que no eran vegetación se incluyeron erróneamente en la clase “vegetación”)

A partir de la matriz de confusión podemos calcular varias otras medidas de interés desde el punto de vista de la exactitud:

* **Exactitud global** (overall accuracy). Se calcula dividiendo el número total de píxeles correctamente clasificados por el número total de píxeles de referencia y expresándolo como porcentaje. En nuestro caso, $((268+262+418+247) / 3000) * 100 = 39,83 \%$. Este índice es global y no nos indica cómo la exactitud se reparte entre las diversas categorías individuales. Muchas veces las categorías individuales presentan exactitudes drásticamente diferentes pero se combinan de modo que esto no se refleja en la exactitud global. Examinando la matriz de confusión vemos que podemos utilizar dos métodos para evaluar la exactitud de las categorías individuales:

* **Exactitud del usuario** (user's accuracy). Se calcula dividiendo el número de píxeles correctamente clasificados en cada categoría por el número total de píxeles que fueron clasificados en dicha categoría (total de la fila). Se justifica este índice en el sentido de que el usuario está especialmente interesado en el porcentaje de cada clase que ha sido correctamente clasificado.



* **Exactitud de productor** (producer's accuracy). Resulta de dividir el número de píxeles correctamente clasificados en cada categoría por el número de píxeles de referencia utilizados para dicha categoría (total de la columna). En nuestro caso tendremos para la categoría vegetación, $(267 / 827) * 100 = 32,41\%$. El productor está más interesado en este índice pues le dice cuan bien los píxeles de referencia han sido clasificados.

* **Índice kappa**. El índice Kappa indica la relación entre la imagen verdad-terreno obtenida del vector incendios y la clasificación. Se mide en tanto por 1 y es aceptable $K \geq 0,7$.

Tabla 6.1. La matriz de confusión e Índice Kappa (a partir de la salida de **rs-educa**)

	1	2	3	4	Total	Error de comisión	Exactitud usuario
1	268	575	143	93	1079	0.7516	0.2484
2	0	262	0	392	654	0.5994	0.4006
3	559	15	418	28	1020	0.5902	0.4098
4	0	0	0	247	247	0.0000	1.0000
Total	827	852	561	760	3000		
Error de omisión	0.6759	0.6925	0.2549	0.6750			
Exactitud de productor	0.3241	0.3075	0.7451	0.3250			
Índice kappa	0.2025						

Leyenda: 1, id1_vegetacion: 2, id2_mineria: 3, id3_agua; 4, id4_suelo

Los resultados han sido muy bajos luego deberíamos que mejorar la clasificación o comprobar que la verdad terreno es adecuada. Puedes intentar clasificar de nuevo la imagen y comprobar si la verificación ha dado lugar a mejores resultados

Para terminar puedes construir una leyenda para las cuatro clases asignando el código de colores que consideres más adecuado (ver figura 6.17).



Figura 6.17. Cuadro de diálogo crear paleta

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

¿A la vista de los resultados obtenidos al comparar las firmas espectrales, es recomendable agrupar clases?

¿Ofrecen mejores resultados las clasificaciones supervisadas o las no supervisadas? ¿Cuándo utilizar cada una de ellas?

¿Qué se observa en una matriz de confusión? ¿Para qué sirven?

¿Qué indica el índice kappa?

Práctica 7



TÍTULO: PROCESADO II: ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en **rs-educa**:

- * Conocerás y aplicarás las diferentes técnicas de análisis multitemporal de imágenes de satélite
- * Conocerás y realizarás análisis multiestacionales y definirás la evolución de las diferentes cubiertas en el tiempo.
- * Conocerás y aplicarás diferentes técnicas para detectar los cambios bruscos producidos entre imágenes de diferentes fechas e interpretarás los resultados reconociendo en la imagen la variación.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software **rs-educa** y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios. Es importante que hayas repasado también las prácticas anteriores.



MATERIAL

Imágenes 'B_cx_96' ('x', entero comprendido entre 10 y 28). Compuestos decenales de máximo valor de imágenes NDVI de la comarca de El Bierzo obtenidas a partir de imágenes AVHRR correspondientes al año 1996.

Imagen 'Clases'. Imagen reclasificada a la resolución espacial del sensor AVHRR a partir del mapa CORINE, empleando cinco clases, en la que únicamente se han considerado los píxeles de la comarca de El Bierzo.

Imágenes 'NDVI_a' y 'NDVI_p'. Imágenes NDVI-AVHRR (previamente codificadas al intervalo [5,255]) de la península ibérica de fechas 29 de junio y 13 de julio de 1994, anterior y posterior respectivamente al incendio considerado (Millares, días 4 y 12 de julio de 1994).

ENUNCIADO

Esta práctica constará de dos grandes apartados. En el primero observaremos la evolución anual del comportamiento de las distintas cubiertas estudiadas en la imagen. En la segunda parte, identificaremos cambios bruscos en el comportamiento de las cubiertas entre dos fechas. Estos cambios no se deben a la evolución estacional de las mismas sino que son producidos por otras causas, en concreto en la práctica, identificaremos el contorno de zonas afectadas por incendios forestales.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

1. ANÁLISIS MULTIESTACIONAL

En esta parte de la práctica vas a analizar la evolución temporal primavera-otoño del NDVI en la Comarca de El Bierzo. Como se ha indicado en el apartado 'MATERIAL', utilizaremos una serie de 19 compuestos decenales de máximo valor de imágenes NDVI-AVHRR de El Bierzo.

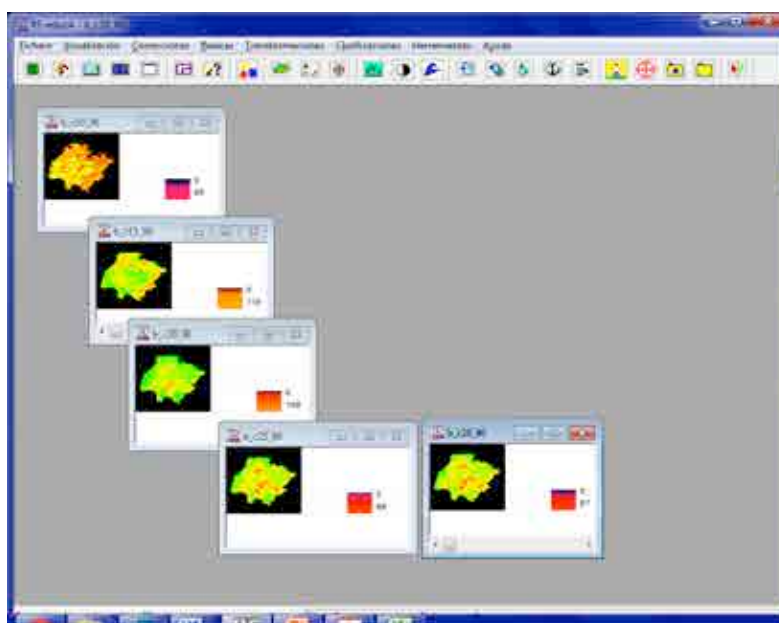


Figura 1. Representación de la evolución de distintos compuestos decenales



En estas imágenes, el valor digital del píxel no es directamente el del NDVI, sino que se ha codificado al intervalo [5,255] (las zonas con nubes se han excluido del cálculo y se han codificado de forma que ND = 4).

El objetivo es observar la evolución en el tiempo de los compuestos de NDVI en las distintas cubiertas. Las cubiertas que vamos a considerar son las que aparecen en la imagen 'Clases'. Se han definido cinco clases, reclasificando una imagen CORINE adaptada a la resolución NOAA (figura 2): cultivos (DN = 1), arbolado (DN = 2), herbáceas (DN = 3), matorral (DN = 4) y otros (DN = 5). Visualízala (**Visualización/Imagen**).

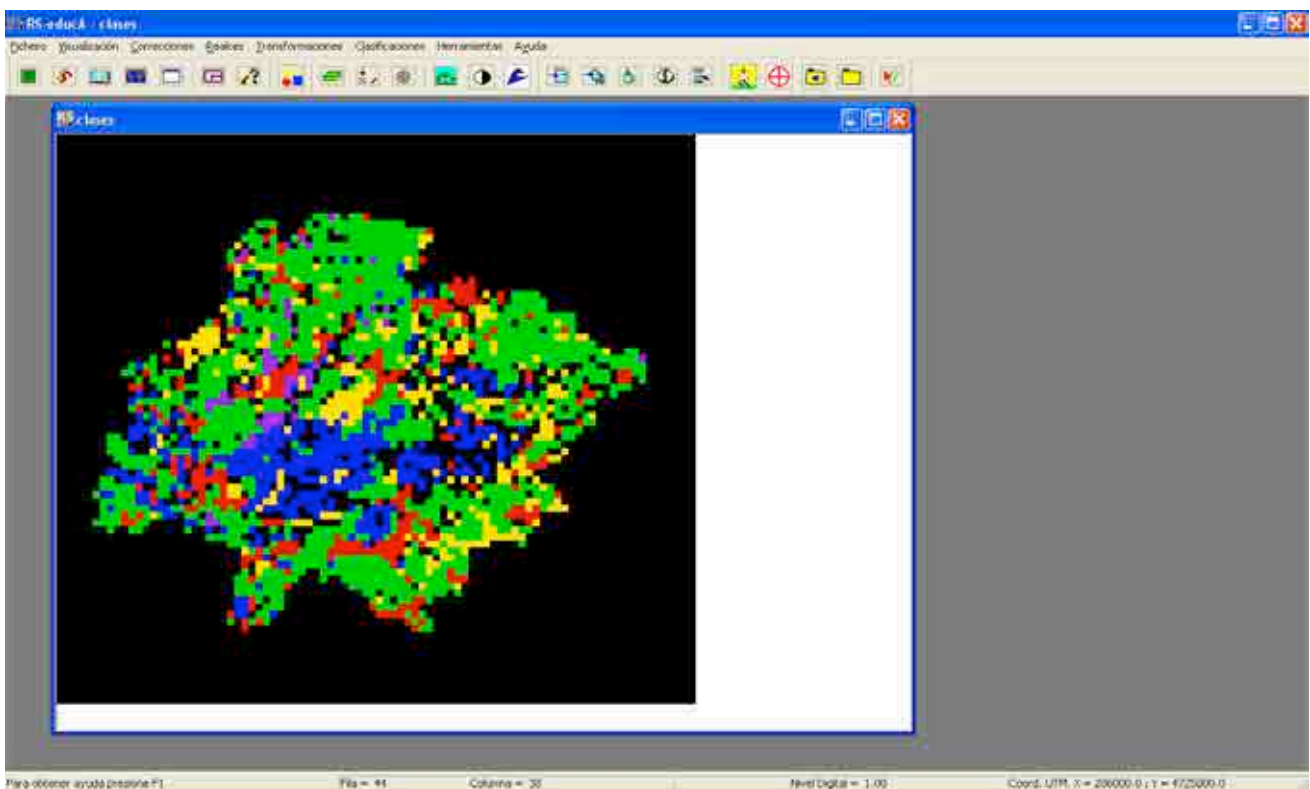


Figura 2. Imagen de los usos del suelo

En primer lugar, visualiza los compuestos y mediante la opción **Visualización/Nivel digital del píxel**, identifica el valor del NDVI en cada cubierta para distintas fechas. Anota los valores de las diferentes clases en los dos primeros compuestos.

Ahora activa el módulo **Herramientas/Estadísticas** (figuras 3 y 4) y en el cuadro de dialogo selecciona estadísticas para imágenes clasificadas, indicando que la imagen clasificada es 'Clases' y la imagen original 'b_c10_96'. Anota el valor medio de cada clase en la tabla 1. Y repite la operación para los distintos compuestos decenales. ¿Coinciden estos valores con los obtenidos manualmente que has anotado previamente? Y, finalmente representa estos puntos en la gráfica de la figura 5 donde el eje X representa el día juliano y el eje Y el valor del NDVI.



Figura 3. Cuadro de diálogo estadísticas

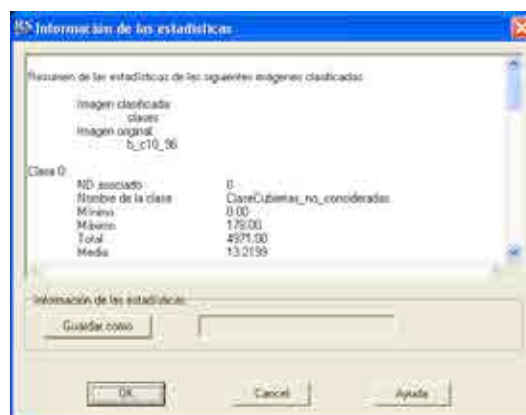


Figura 4. Cuadro de diálogo de información de las estadísticas



Tabla 1. Valores medio del NDVI para cada una de las clases

Día juliano	Compuesto	Cultivos	Arbolado	Herbáceas	Matorral	Otros
105	B_c10_96					
115	B_c11_96					
125	B_c12_96					
135	B_c13_96					
145	B_c14_96					
155	B_c15_96					
165	B_c16_96					
175	B_c17_96					
185	B_c18_96					
195	B_c19_96					
205	B_c20_96					
215	B_c21_96					
225	B_c22_96					
235	B_c23_96					
245	B_c24_96					
255	B_c25_96					
265	B_c26_96					
275	B_c27_96					
285	B_c28_96					



Con toda esta información, ¿te haces una idea de la evolución del NDVI a lo largo de año para las clases consideradas en la comarca de El Bierzo? ¿Existe algún valor que muestre un incremento o decremento demasiado brusco? ¿Puede deberse a la presencia de demasiadas nubes en la imagen compuesto decenal?

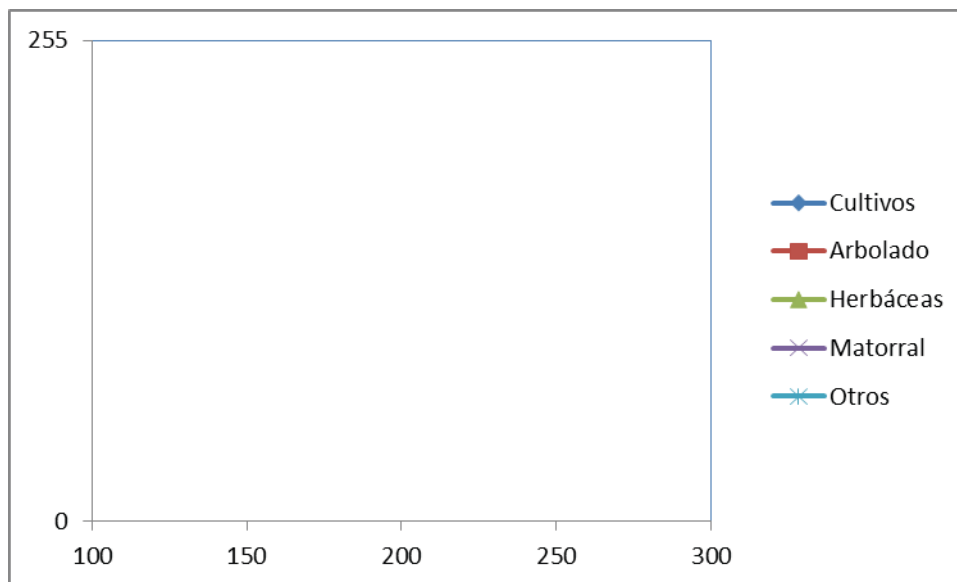
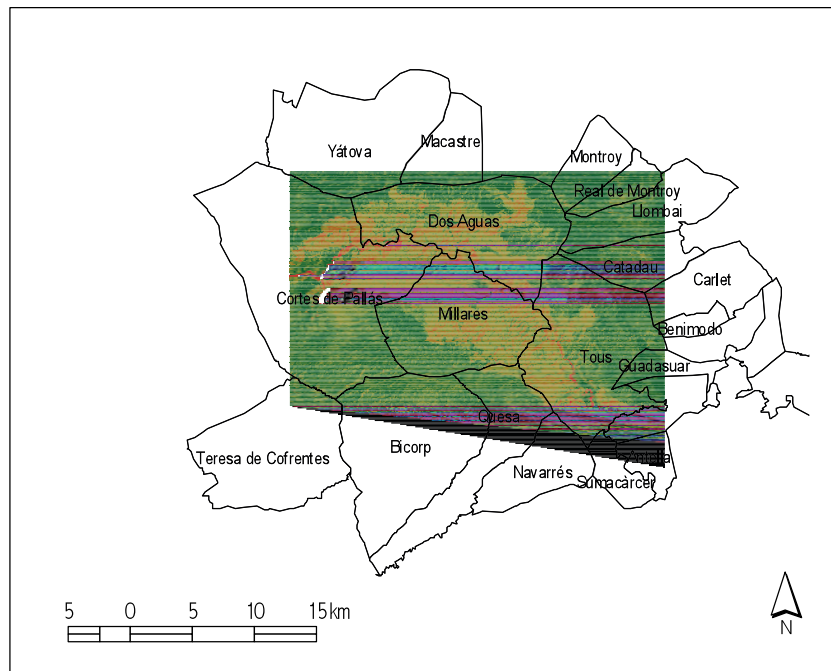


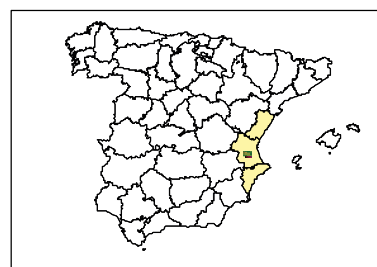
Figura 5. Evolución del NDVI en los distintos usos del suelo

2. DETECCIÓN DE CAMBIOS

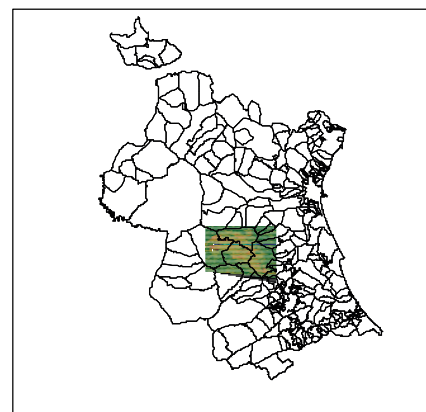
En esta parte de la práctica identificaremos el incendio de Millares –Valencia (figura 4), que fue originado por la caída de un rayo el día 4 de julio de 1994, se mantuvo activo hasta el día 12, y afectó a 25 930 ha, según las Estadísticas elaboradas por el ICONA, todas ellas de terreno forestal, y de las cuales aproximadamente la mitad correspondían a forestal arbolado.



Extensión y terminos municipales afectados por el incendio de Millares



Localización del incendio de Millares en España



Localización del incendio de Millares en la provincia de Valencia

Figura 6. Localización del incendio de Millares (Comunidad Valenciana)

Utilizaremos la técnica de simple diferencia para identificar los cambios ocurridos. Activa el comando **Herramientas/Operar/Aritméticas** y la operación 'NDVI_a' - 'NDVI_p'. Visualiza la imagen diferencia resultante y llámala 'Incendio' (ver figura 7). ¿Puedes identificar una disminución excesivamente alta en la zona de Valencia? ¿Por qué se ha producido este descenso tan brusco? ¿Podría ser un incendio forestal?

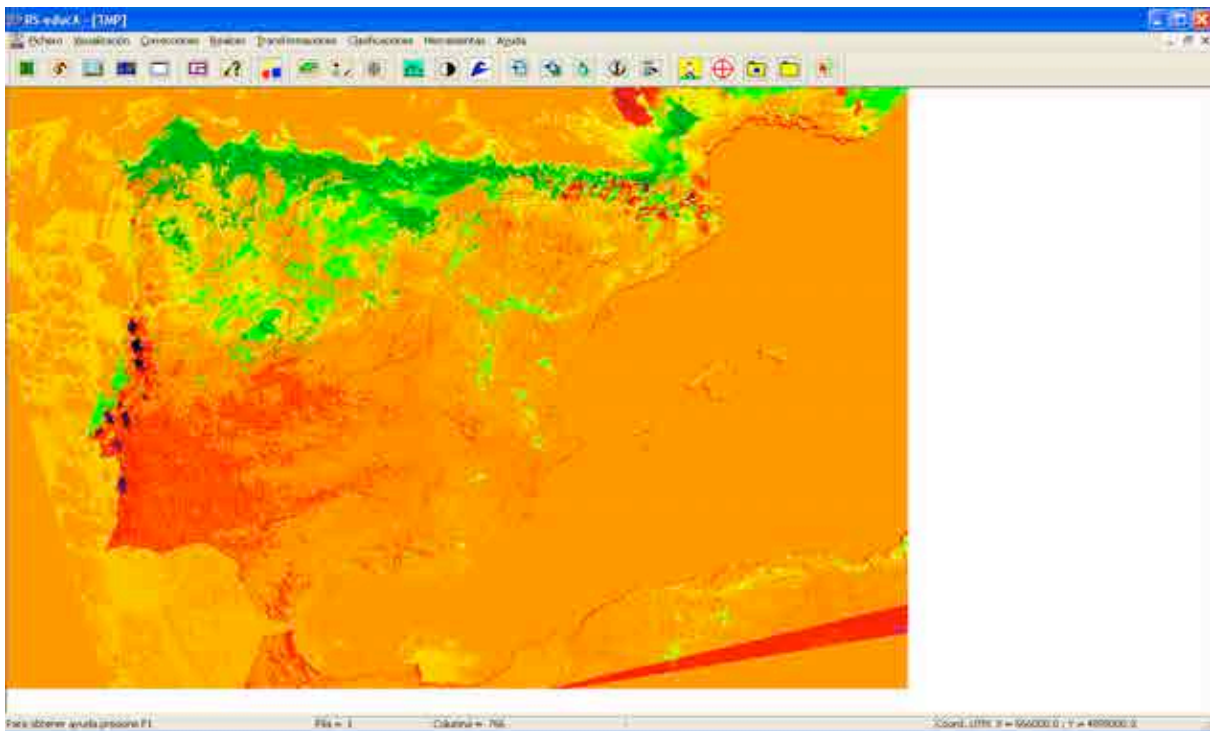


Figura 7. Imagen diferencia (antes y después del incendio forestal)

Recorta la imagen diferencia y quédate sólo con una ventana alrededor de las zonas incendiadas (**Herramientas/Reformar/Enventanar**) (ver figura 8). Elige visualizar en la ventana actual y después archiva los resultado con el nombre del fichero 'ven_dif'.

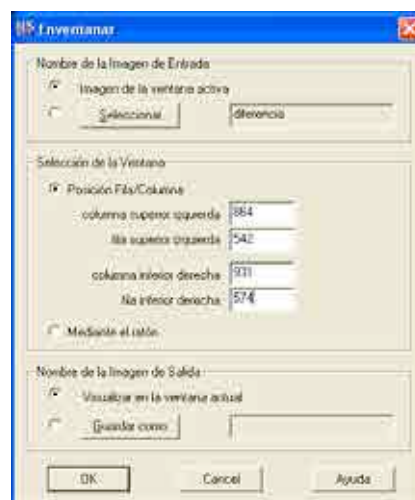


Figura 8. Cuadro de diálogo enventanar

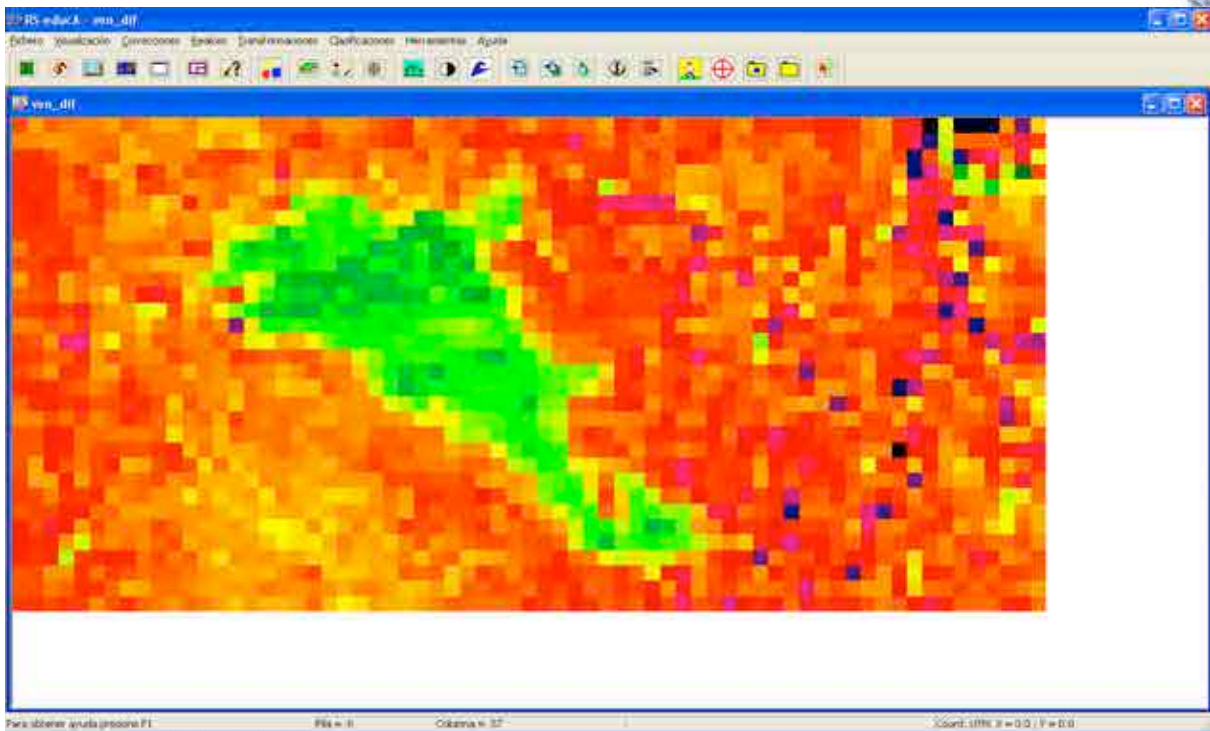


Figura 9. Imagen de la ventana cortada

Para poder generar automáticamente una imagen binaria (píxeles con valor '1' representan zonas incendiadas, píxeles con valor '0', zonas sin incendiar) del cambio producido utilizaremos el siguiente algoritmo:

$$ND = 1 \text{ si } (NDVI \text{ anterior} - NDVI \text{ posterior}) > \mu_{\text{ant-post}} + 1.5 \sigma_{\text{ant-post}}$$

Donde ' $\mu_{\text{ant-post}}$ ', representa el valor medio de la imagen 'ven_dif' y ' $\sigma_{\text{ant-post}}$ ', representa su desviación típica.

Se trata de un algoritmo muy sencillo, que lleva a cabo la identificación visual que tú mismo has realizado, remarcando los píxeles en los que la variación del NDVI ha sido mayor que en el resto.

Para poder aplicarlo, primero has de calcular la media (' $\mu_{\text{ant-post}}$ ') y la desviación típica (' $\sigma_{\text{ant-post}}$ ') (herramientas/estadísticas).

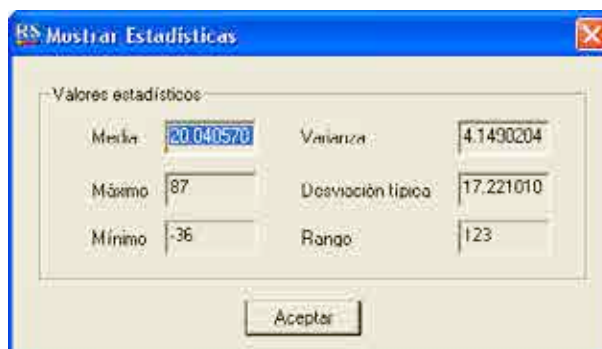


Figura 10. Estadística de la imagen 'ven_dif'



Una vez conocidos estos valores, has de calcular la expresión $\mu_{\text{ant-post}} + 1.5 \sigma_{\text{ant-post}}$ y reclasificar la imagen 'ven_dif' en dos clases: 'Quemado' (identificador '1') y 'No quemado' (identificador '0'), siguiendo el algoritmo propuesto. En la figura 11 aparecen la ventanas de la reclasificación.

Estadística	Simbología	Valor calculado
Mínimo _{ant-post}	'm _{ant-post} '	-36
Máximo _{ant-post}	'M _{ant-post} '	87
Media _{ant-post}	' $\mu_{\text{ant-post}}$ '	20.040578
Desviación típica _{ant-post}	' $\sigma_{\text{ant-post}}$ '	17.221010
Umbral de clasificación	' $\mu_{\text{ant-post}} + 1.5 \sigma$ '	45.872093

¿Se corresponde esta imagen clasificada con el incendio analizado? ¿O aparecen también falsas alarmas?

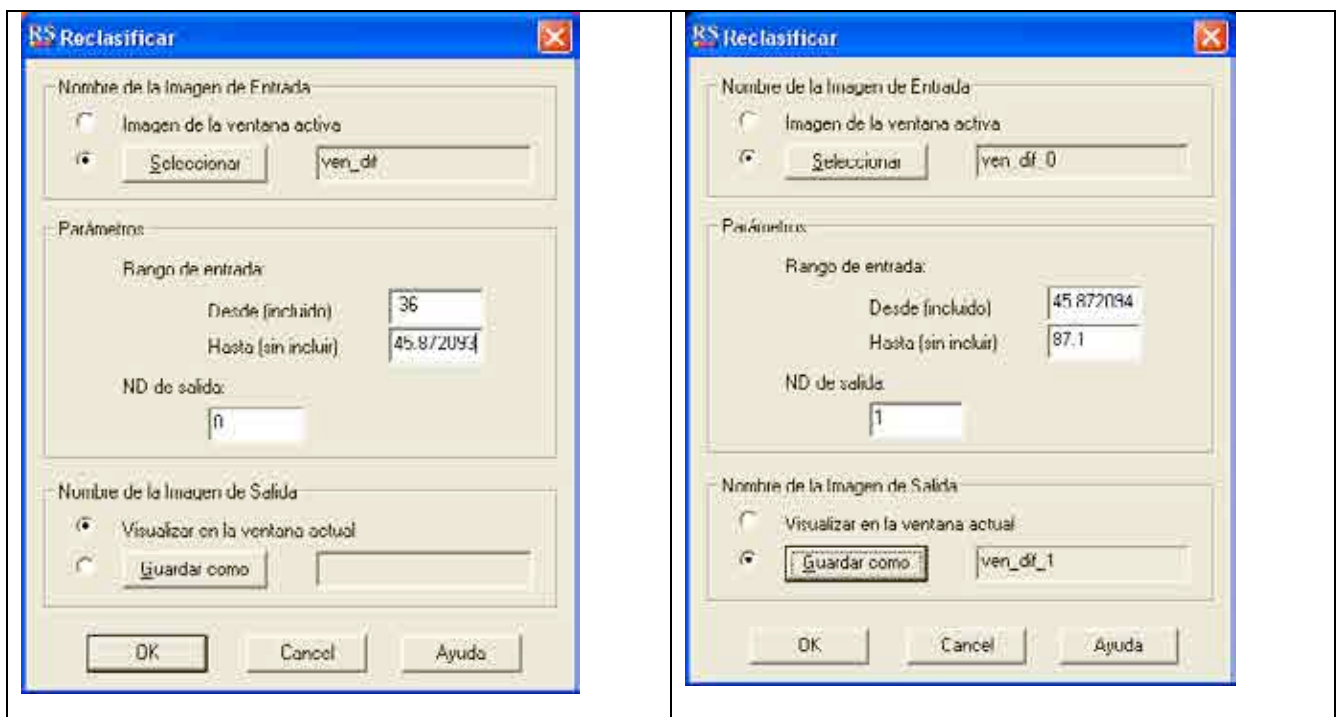


Figura 11. Reclasificación de la imagen 'ven_dif'

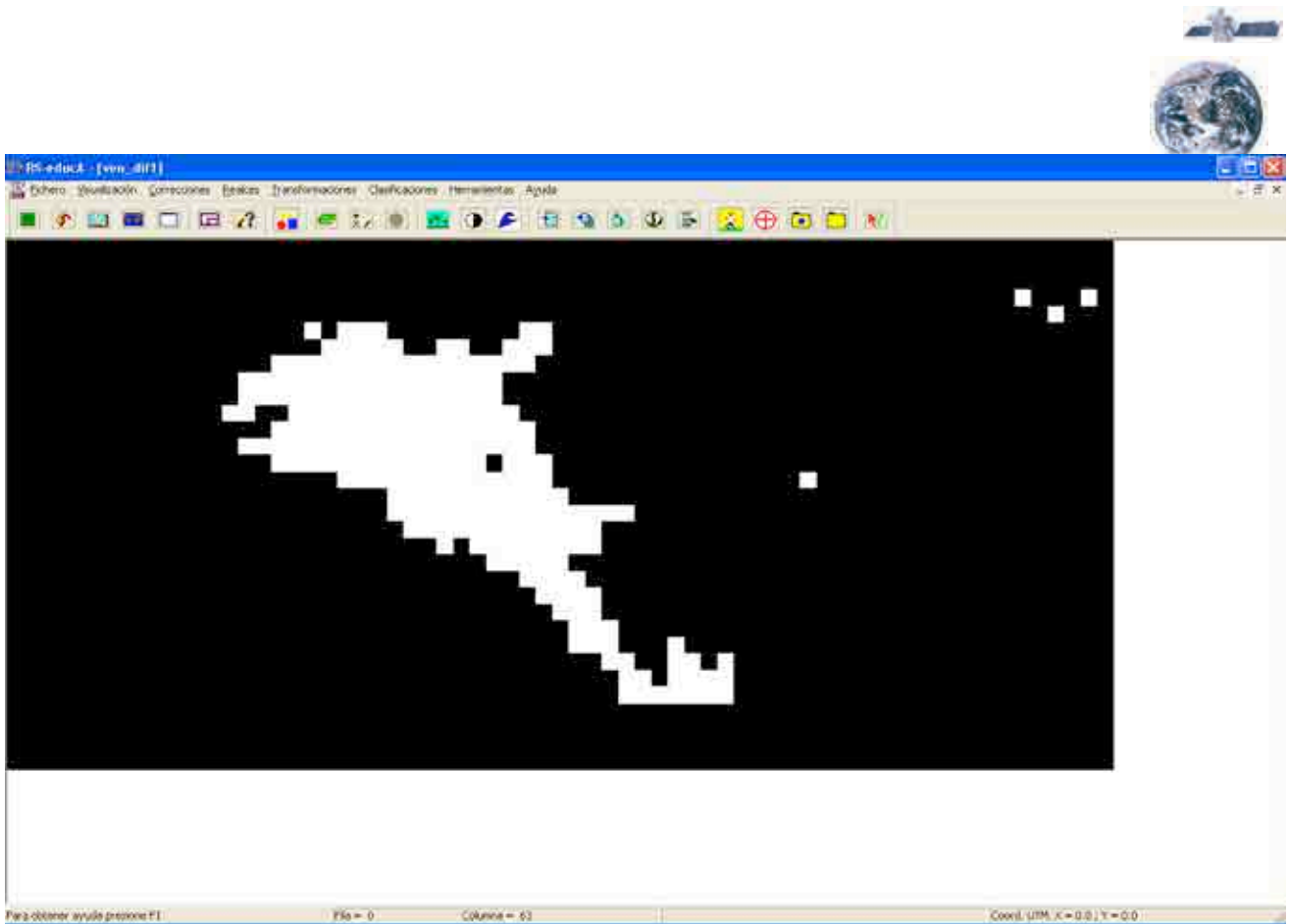


Figura 12. Imagen final de la superficie incendiada

Convierte la imagen final conviértela a Byte utilizando **Fichero/convertir a tipo de dato/A Byte** (esta conversión puede ser necesaria para calcular el área). Obtén ahora el número de píxeles que se corresponden con zonas incendiadas mediante el comando **Clasificaciones/Calcular Área** (figura 13). ¿Se corresponde el valor obtenido con el estimado por el Ministerio de Medio Ambiente: 25 930 ha?

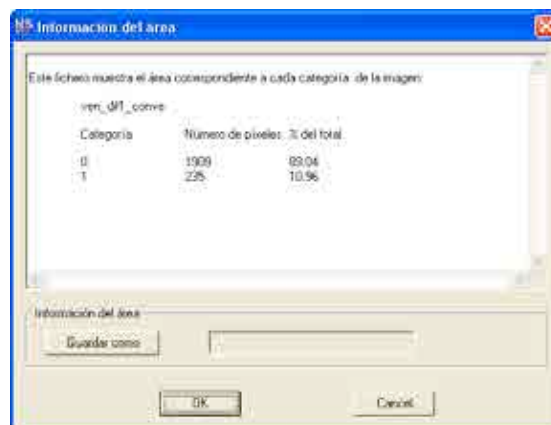


Figura 13. Cuadro de diálogo del cálculo del área



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

A partir de la información obtenida sobre la evolución anual del NDVI de distintas cubiertas en El Bierzo, ¿podrías prever su comportamiento para otros años? ¿Podrías identificar un año de sequía y uno de grandes lluvias? ¿Esta información te podría servir para definir el riesgo de incendios?

¿Se te ocurren otras formas de delimitar las clases 'quemado / no quemado' en la práctica de detección de cambios? Indícalas.

Práctica 8



TÍTULO: PROCESADO II: CLASIFICACIONES AVANZADAS

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en **rs-educa**:

- * Sabrás aplicar la técnica de análisis de Mezclas Espectrales para realizar una clasificación blanda de imágenes de satélite.
- * Podrás obtener las firmas espectrales de los componentes básicos que caracterizan una imagen de satélite y efectuar la descomposición espectral de una imagen de satélite en sus componentes básicos.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software **rs-educa** y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios. Es importante que hayas repasado también las prácticas anteriores.



MATERIAL

Imágenes Landsat 7 del sensor Etm+. Las siete bandas más la imagen pancromática del Landsat—7 de la comarca de El Bierzo tomada el día 5 de septiembre de 2000 (Ficheros ETM_05092000_bx)

ENUNCIADO

En esta práctica se trata de utilizar la técnica de clasificación basada en el Análisis de Mezclas Espectrales Lineal para analizar las cubiertas de la comarca de El Bierzo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

El programa **rs-educa** incluye un módulo para realizar clasificaciones blandas, concretamente permite implementar el Análisis de Mezclas Espectrales Lineal. En esta práctica utilizaremos esta utilidad. Pero, ¿Qué es el modelo de mezclas espectrales?

El modelo de mezclas espectrales o SMA (Spectral Mixture Analysis) supone que la señal captada por el sensor para un determinado píxel puede ser la mezcla de reflectividades procedentes de distintas cubiertas.

Este modelo permite calcular, en un píxel mezcla, la proporción ocupada por cada una de las cubiertas que lo integran, creando una imagen de salida para cada cubierta considerada en la imagen de entrada que representa la proporción de píxel ocupada por esa determinada cubierta. Dichas imágenes se denominan habitualmente imágenes fracción. Además, también proporciona como salida una imagen de los errores del modelo en cada píxel, es decir, permite conocer el grado de ajuste del modelo a la realidad de las cubiertas presentes.

Suponiendo un modelo lineal, la reflectividad de un determinado píxel mezcla puede considerarse una combinación lineal de la reflectividad característica de unas cubiertas o componentes básicos ('endmembers'), en proporción equivalente a la superficie que ocupan.

La expresión matemática que representa el modelo lineal es la siguiente:

$$X = Mf + e$$

Donde: X, es el vector píxel, f, el vector de proporciones (la incógnita del sistema), M, la matriz de reflectividad de los componentes básicos (o clases) considerados y, e, el vector de error. Además suelen incluirse dos condiciones más al sistema de ecuaciones: 1) el píxel mezcla está formado en su totalidad por los componentes básicos y 2) el área ocupada por cada componente básico es un valor positivo.

El sistema de ecuaciones se soluciona habitualmente minimizando el cuadrado de los errores (ajuste por mínimos cuadrados). Para resolver correctamente el modelo es necesario que el



número de componentes puros de una imagen se limite al número de bandas empleadas en la descomposición espectral más uno.

$$f = (M^T M)^{-1} M^T X$$

1. DEFINICIÓN DE LOS COMPONENTES BÁSICOS

En esta etapa han de definirse las firmas espectrales de cada componente básico o 'endmember'. En esta práctica utilizaremos las bandas 3, 4, 5 y 7 de la imagen ETM+, y trabajaremos con tres endmembers: 'suelo', 'sombra' y 'vegetación', por ser las bandas y endmembers habitualmente empleados en estudios de este tipo.

Concretamente, para definir la firma espectral de estos componentes básicos, localizaremos los píxeles extremos del polígono que aparece en el diagrama de dispersión de las diferentes bandas consideradas. Utiliza el comando **Herramientas/Regresión** e introduce las imágenes 'ETM_05092000_b3' y 'ETM_05092000_b4' en el cuadro de diálogo (ver figura 8.1)



Figura 8.1. Cuadro de diálogo regresión

Anota cuidadosamente los ND de los píxeles más extremos de los vértices del triángulo que aparece en las regresiones siguiendo los siguientes criterios para cada par bandas.

***Regresión bandas 4 y 3:** el vértice con bajos valores en ambas bandas se corresponderá con el endmember sombra, el vértice con NDs en la banda 4 mayores que en la banda 3 se corresponderá con el endmember vegetación y por último, el vértice con mayores NDs en la banda 3 que en la banda 4, se corresponderá con el endmember suelo (Ver figura 8.2) . Anota los pares de valores en la tabla siguiente:

Sombra (ND)		Vegetación (ND)		Suelo(ND)	
B4=	B3=	B4=	B3=	B4=	B3=

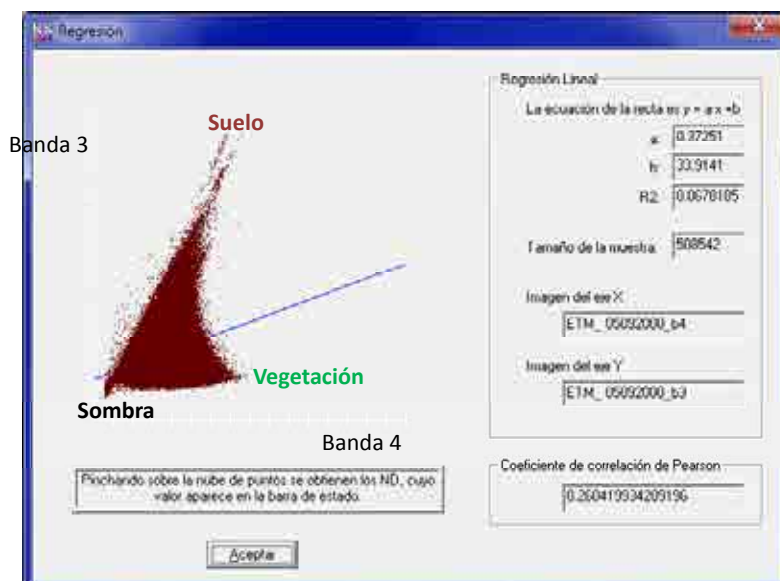


Figura 8.2. Regresión entre las bandas 4 y 3 de Landsat 7

***Regresión bandas 4 y 5:** el vértice con bajos valores en ambas bandas se corresponderá con el endmember sombra, el vértice con NDs en la banda 4 mayores que en la banda 5 se corresponderá con el endmember vegetación y, por último, el vértice con mayores NDs en la banda 5 que en la banda 4, se corresponderá con el endmember suelo (Ver figura 8.3). Anota los pares de valores en la tabla siguiente:

Sombra (ND)		Vegetación(ND)		Suelo(ND)	
B4=	B5=	B4=	B5=	B4=	B5=



Figura 8.3. Regresión entre las bandas 4 y 5 de Landsat 7



***Regresión bandas 4 y 7:** el vértice con bajos valores en ambas bandas se corresponderá con el endmember sombra, el vértice con NDs en la banda 4 mayores que en la banda 7 se corresponderá con el endmember vegetación y, por último, el vértice con mayores NDs en la banda 7 que en la banda 4, se corresponderá con el endmember suelo (Ver figura 8.4). Anota los pares de valores en la tabla siguiente:

Sombra (ND)		Vegetación(ND)		Suelo(ND)	
B4=	B7=	B4=	B7=	B4=	B7=

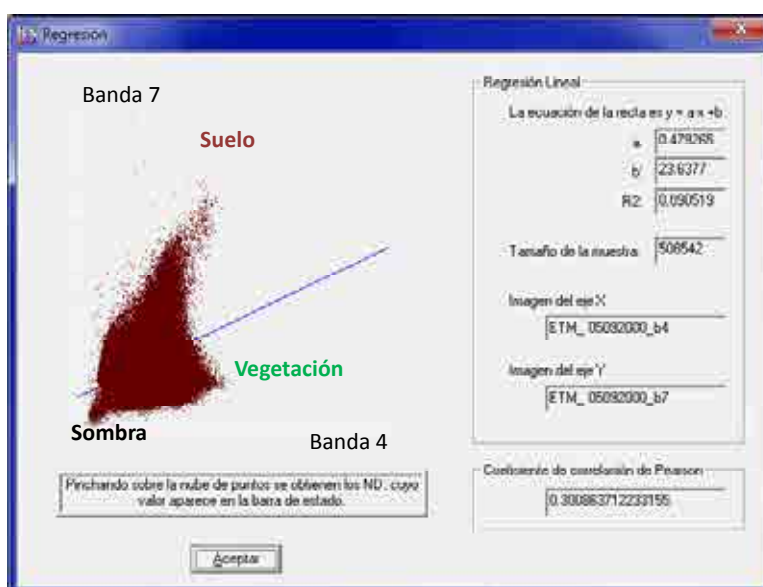


Figura 8.4. Regresión entre las bandas 4 y 7 de Landsat 7

Anota cuidadosamente los resultados obtenidos en las distintas regresiones en la tabla 8.1. Para la banda 4 tienes que hacer la media entre los 3 valores obtenidos.

Tabla 8.1. ND para cada uno de los endmembers considerados

	Endmember suelo	Endmember sombra	Endmember vegetación
Banda 3			
Banda 4			
Banda 5			
Banda 7			



2. DESCOMPOSICIÓN ESPECTRAL

Una vez definidos los endmembers, realizaremos la descomposición espectral o ‘unmixing’ de la imagen. Para ello utilizaremos el comando **Transformaciones/Mezclas Espectrales/Descomposición espectral/Landsat**. Introduce en el cuadro de dialogo los nombres de la ficheros que contienen las bandas 3, 4, 5, y 7 de la imagen, los ND de los endmembers considerados en esas bandas (Tabla 8.1) y el nombre de la imagen de salida: ‘ETM_05092000’. Este comando te creará las siguientes imágenes: imagen fracción suelo, ‘ETM_05092000_SL’, imagen fracción sombra, ‘ETM_05092000_SM’, imagen fracción vegetación, ‘ETM_05092000_VG’ e imágenes asociadas al error producido en cada banda, ‘ETM_05092000_ErrB3’, ‘ETM_05092000_ErrB4’, ‘ETM_05092000_ErrB5’, ‘ETM_05092000_ErrB7’, y al error cuadrático medio, ‘ETM_05092000_Err’.



Figura 8.5. Cuadro de diálogo de descomposición espectral de imágenes Landsat

Para garantizar que has realizado la descomposición adecuadamente, la imagen ‘ETM_05092000_Err’, que representa el error cuadrático medio, debería estar homogéneamente distribuida y tomar valores muy bajos. Si esto no es así, visualiza (**Visualización/Imagen**) las imágenes ‘ETM_05092000_ErrB3’, ‘ETM_05092000_ErrB4’, ‘ETM_05092000_ErrB5’ y ‘ETM_05092000_ErrB7’, para tratar de localizar la banda en la que se producen los mayores errores. Una vez analizadas estas imágenes de error, deberás repetir las operaciones de definición de endmembers y unmixing hasta obtener unos resultados satisfactorios.

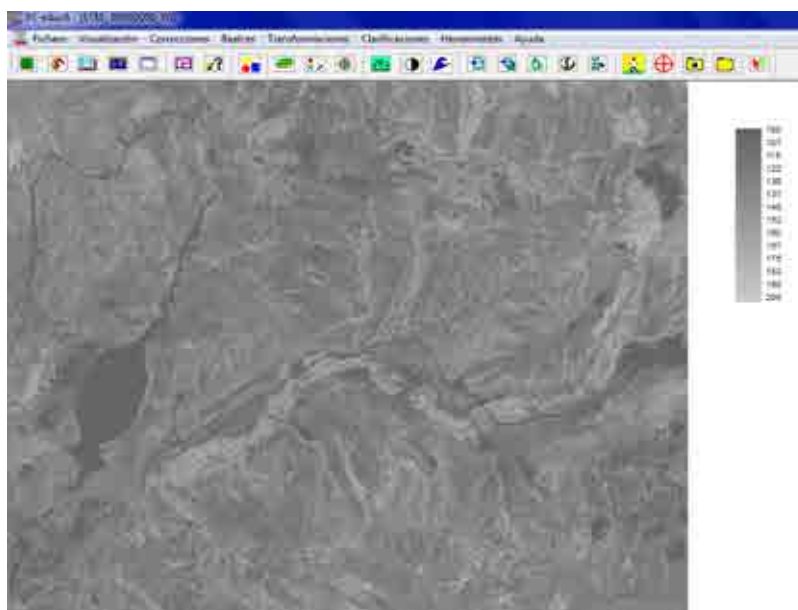


Figura 8.6. Imagen vegetación

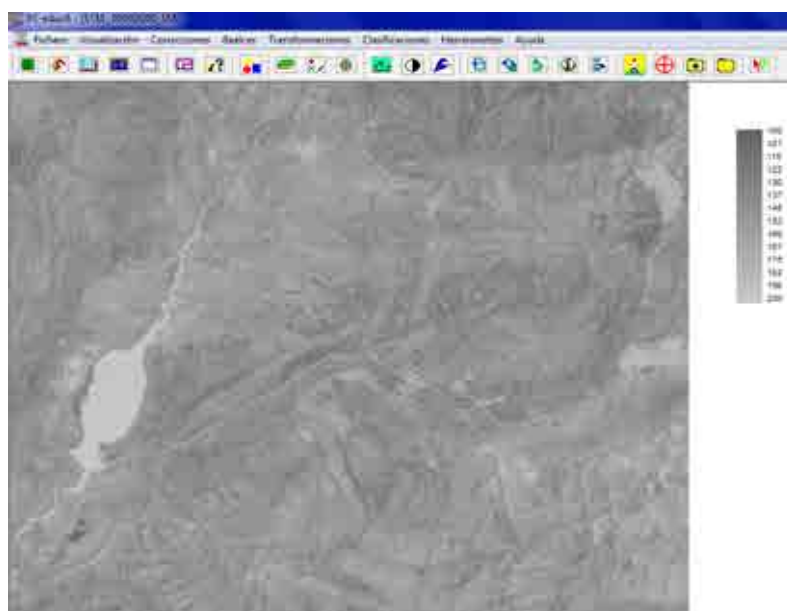


Figura 8.7. Imagen sombra

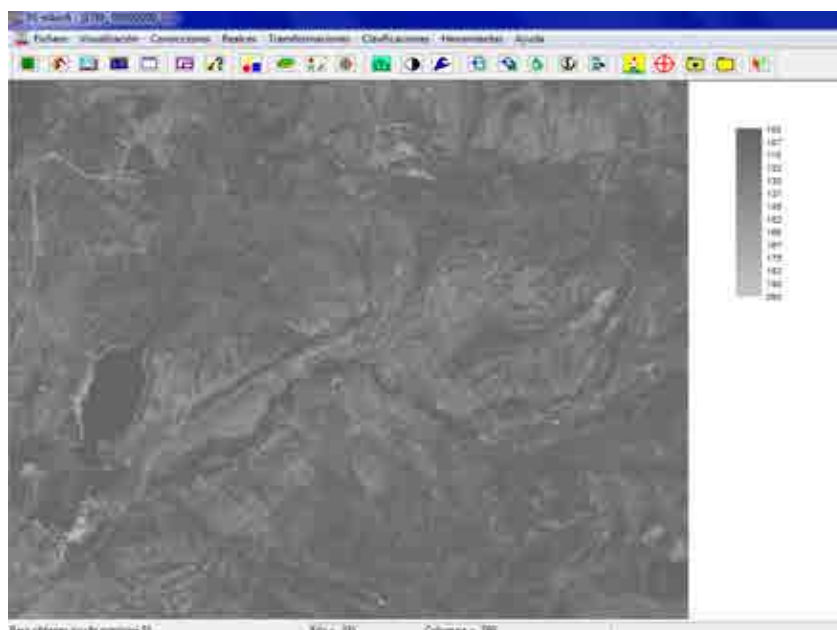


Figura 8.8. Imagen suelo

Tras conseguir un error bajo, visualiza (**Visualización/Imagen**) las imágenes 'ETM_ 05092000_SL', 'ETM_ 05092000_SM' y 'ETM_ 05092000_VG'.

3. NORMALIZACIÓN

Esta operación permite normalizar las imágenes fracción suelo y vegetación obtenidas, eliminando la contribución del componente sombra. Para ello utilizaremos el comando **Transformaciones/Mezclas Espectrales/normalización**. En la figura 9 aparece el cuadro de diálogo normalización. Debes introducir los nombres de las tres imágenes fracciones previamente obtenidas (suelo, sombra y vegetación). El resultado será la imagen de suelo normalizado (ETM_ 05092000_SL_NORMAL) y la imagen de vegetación normalizada (ETM_ 05092000_VG_NORMAL). En las figura 7.10 y 7.11 se pueden visualizar los resultados.



Figura 8.9. Cuadro de diálogo de la normalización

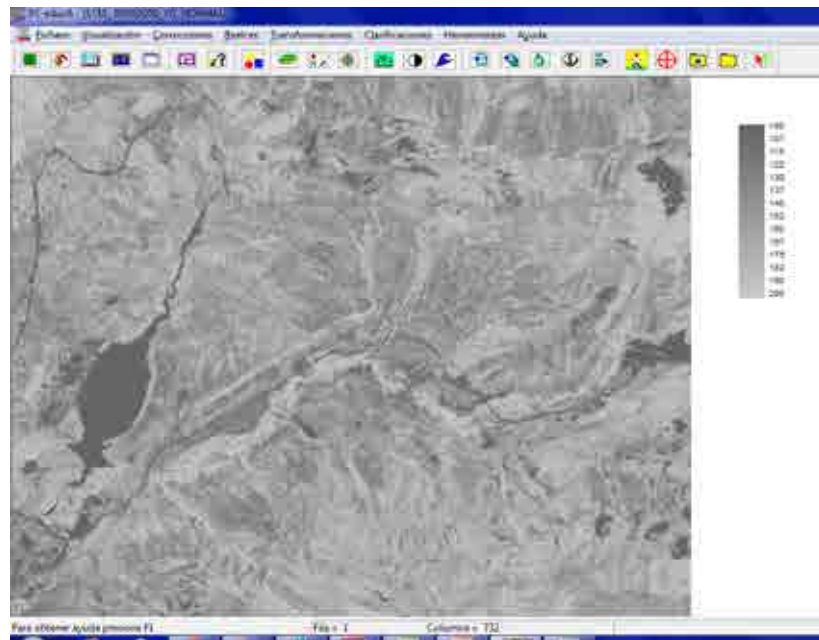


Figura 8.10. Cuadro de diálogo de la normalización

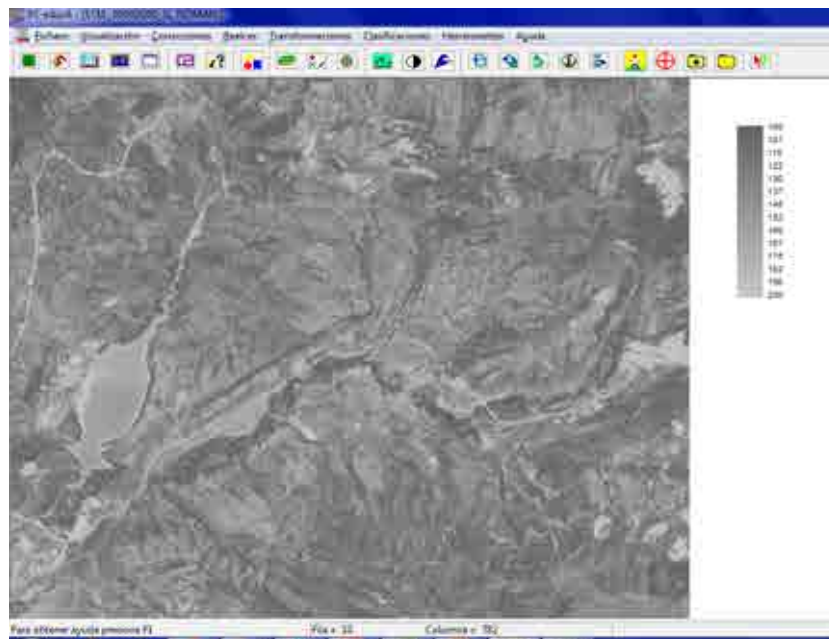


Figura 8.11. Cuadro de diálogo de la normalización

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

¿Por qué no hemos utilizado también las bandas 1 y 2 para hacer la descomposición espectral?

¿Se podrían haber incluido más endmembers, además de suelo, vegetación y sombra?

¿Se te ocurren otras formas de seleccionar los endmembers?

¿Qué aplicaciones crees que pueden tener las imágenes fracción normalizadas?

Práctica 9



TÍTULO: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en **rs-educa**:

* realizarás diferentes mapas a partir de los resultados de obtenidos en las prácticas.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría de la asignatura, descárgate el software **rs-educa** y asegúrate que tienes todos los archivos necesarios. Es importante que hayas repasado también la prácticas anteriores.

MATERIAL

Imágenes Landsat 7 del sensor Etm+. Las siete bandas más la imagen pancromática del Landsat—7 de la comarca de El Bierzo tomada el día 5 de septiembre de 2000 (Ficheros ETM_05092000_bx)

ENUNCIADO

Realizar un mapa a partir de la imagen de satélite empleada en la práctica lo más parecido posible a la siguiente imagen.

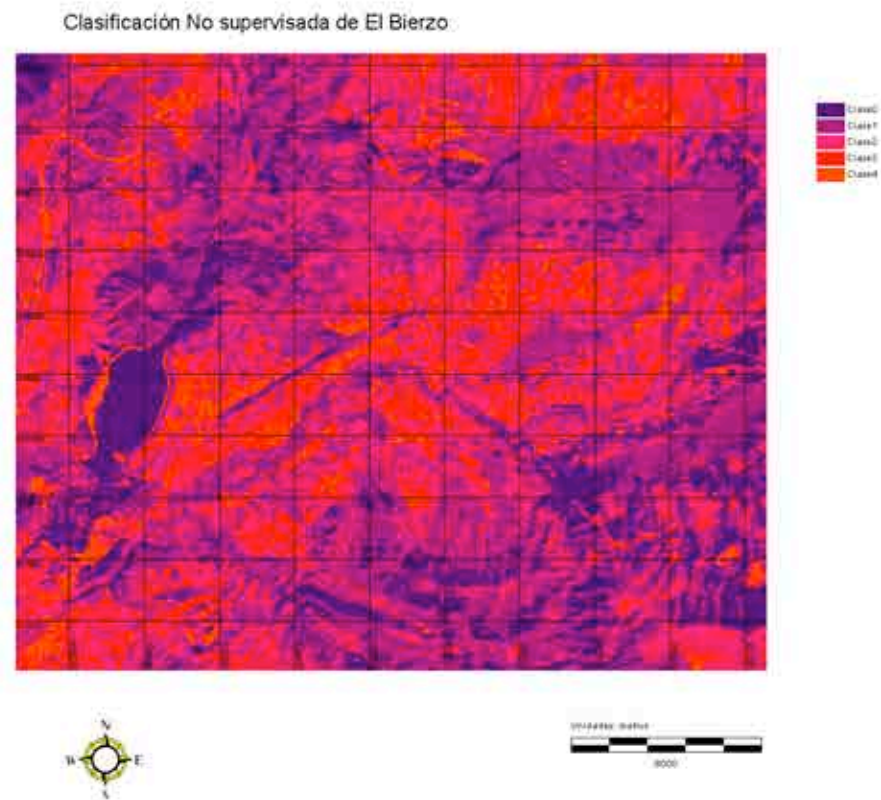


Figura 1. Ejercicio propuesto

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Una vez realizados los análisis de las imágenes de satélite se deben mostrar los resultados obtenidos y una de las fórmulas más habituales es mediante representaciones cartográficas, mediante mapas.

En los mapas se recoge gráficamente información referente a la parte de la superficie terrestre que se representa y además otra información que ayuda a interpretar correctamente el propio mapa (leyenda, barra de escala, sistemas de coordenadas, etc.). RS-EducA **Visualización/Crear mapa** mediante el cual se pueden conseguir mapas listos para imprimir (previa exportación a .bmp).

En el cuadro de dialogo del comando **Visualización/Crear mapa** existen cuatro pestañas: Título, Escala, Retícula y Norte Geográfico. Introduce los valores adecuados para obtener un mapa lo más similar posible al de la figura 1. Cuando hayas terminado expórtalo utilizando el comando **Fichero/Exportar/Exportar a .bmp** para obtener una imagen .bmp que podrás insertar en documento de texto (tipo .doc) e imprimir.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Si conoces algún otro software de procesado de información geográfica, compara las herramientas de creación de mapas con las de rs-educa.



Práctica 10



TÍTULO: ESTUDIO DE UN COMARCA CON TELEDETECCIÓN

Qué se aprenderá...

Después de completar la práctica y haber realizado todas las actividades de autoevaluación serás capaz de realizar las siguientes tareas en RS-Educa:

Realizaras un estudio completo de teledetección comparando diferentes técnicas de procesamiento digital de la imagen.

Antes de empezar...

Antes de empezar la práctica repasa la teoría y práctica de la asignatura y asegúrate que dispones del material disponible para la práctica.



MATERIAL

En la tabla 1 se especifican las imágenes de satélite que se utilizarán en la práctica (están disponible entre los archivos de la práctica 3)

Tabla 1. Listado de ficheros disponibles

Satélite/ Sensor	Bandas	Fechas	Ficheros
Landsat 5/TM	1-7	24-06-2011	TM_24062011_bx

ENUNCIADO

En esta práctica utilizando una imagen de la comarca de El Bierzo del año 2011 estudiaremos diferentes técnicas de procesamiento de la imagen para estudiar 5 usos del suelo. Cada alumno deberá elegir usos y localizaciones diferentes.

CUESTIONARIO

Elige en la imagen 5 usos del suelo diferente (agua, bosque, ciudad, incendios forestales.....) y anota sus coordenadas y contesta a las siguientes preguntas:

1. Selecciona e inserta en el documento la composición RGB que mejor discrimine la vegetación. Inserta también la composición que mejor discrimine las actividades mineras.
2. Calcula los principales índices de vegetación (inserta la imagen resultado en el documento) y realiza una tabla con los valores para cada uno de los índices en los usos del suelo seleccionados. ¿Qué diferencia encuentras en los resultados?. ¿Qué índice discrimina mejor la vegetación? ¿y el agua? ¿y los incendios forestales?
3. Calcula las componentes principales de la imagen. ¿Qué componente discrimina mejor la vegetación? Inserta en el documento la imagen resultado.
4. Realiza un análisis de mezclas espectrales de la imagen. Inserta en el documento la imagen fracción de la vegetación. Indica los valores que toma en esta imagen los usos del suelo que has seleccionado.
5. Realiza una clasificación no supervisada de la imagen utilizando una leyenda de 5 clases. Tienen algún sentido los resultados. Es decir, las clases se relacionan con los usos del suelo.
6. Cómo podrías realizar una validación de los resultados. Qué índice utilizarías.
7. Qué utilidades puede tener la imagen estudiada en el inventario forestal de Monte Arenas. Qué herramientas dasométricas se podrían realizar siguiendo lo leído en el artículo científico Fernández-Manso, 2009 leído en la asignatura.



RS-EducA Materiales Educativos

© Carmen Quintano (Uva) y Alfonso Fernández-Manso (Unileon)

Más información: mechu@tele.uva.es ; alfonso.manso@unileon.es / <http://rs-educA.org>

Este documento ha sido elaborado por la Dra. Carmen Quintano (Uva) y el Dr. Alfonso Fernández-Manso (Unileon) y se encuentra publicado bajo una licencia



Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5.

Usted es libre de:

- copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Compartir bajo la misma licencia.** Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.
- Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.
- alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor
- Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.