



# PRÁCTICO 1: Introducción al uso de ENVI

## Tratamiento digital de imágenes Satelitales I

*Azul, 1 - 5 de julio de 2019*

**Curso de posgrado  
Maestría en Teledetección y SIG**

*Miembro del Instituto de Hidrología de Llanuras  
(Comisión de Investigaciones Científicas  
Universidad Nacional del Centro  
Municipalidad de Azul)*



**ihlla**  
Instituto de Hidrología de Llanuras  
*Dr. Eduardo Jorge Usunoff*

*Contacto*  
*Dr. Mauro Holzman\**  
[m.holzman@ihlla.org.ar](mailto:m.holzman@ihlla.org.ar)  
[www.ihlla.conicet.gob.ar/](http://www.ihlla.conicet.gob.ar/)  
**CONICET**

# ORGANIZACIÓN

---

## Introducción

**E***l práctico se desarrollará utilizando una imagen de satélite captada por el sensor OLI (Operational Land Imager) de la misión Landsat 8 correspondiente a la zona de Tandil y Azul, provincia de Buenos Aires, República Argentina.*

## Actividades a realizar

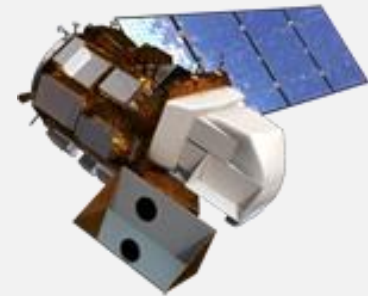
**E***l desarrollo del práctico se orienta específicamente a la descripción del programa a partir de la resolución de ejercicios. Se utilizarán las herramientas de procesamiento que se requerirán durante el desarrollo del curso.*

## Desarrollo teórico-práctico

**E***n esta presentación se desarrollan conceptos básicos necesarios sobre las imágenes.*

## Brevemente, acerca de Landsat 8

- Órbita polar
- Lanzado en febrero de 2013.
- Consiste de dos instrumentos:
  - Operational Land Imager (OLI) (visible, NIR, SWIR), 15-30 m de resolución espacial.
  - Thermal Infrared Sensor (TIRS), 100 m resolución espacial.
- 16 días de resolución temporal.
- Resolución radiométrica: 12 bits (disponibles a 16 bits)
- Tamaño de la escena: aproximadamente 180 km.



Más información: [http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page\\_id=7195](http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=7195)

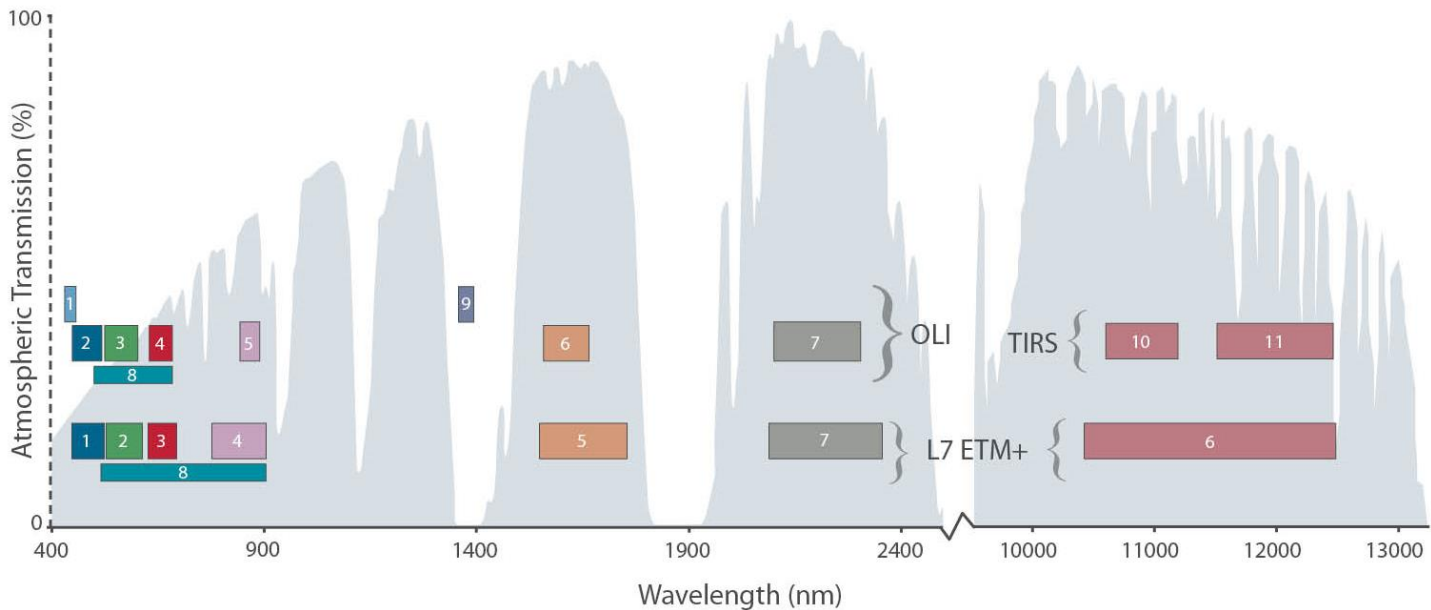
# Bandas del sensor OLI en comparación con el ETM+

Landsat-7 ETM+ Bands ( $\mu\text{m}$ )			Landsat-8 OLI and TIRS Bands ( $\mu\text{m}$ )		
			30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0.441 - 0.514	30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
Band 2	30 m Green	0.519 - 0.601	30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
Band 3	30 m Red	0.631 - 0.692	30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0.772 - 0.898	30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1.547 - 1.749	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10.31 - 12.36	100 m TIR-1	10.60 - 11.19	Band 10
			100 m TIR-2	11.50 - 12.51	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2.064 - 2.345	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0.515 - 0.896	15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
			30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9

← IRt

← Detección de cirrus

# CURSO DE POSGRADO

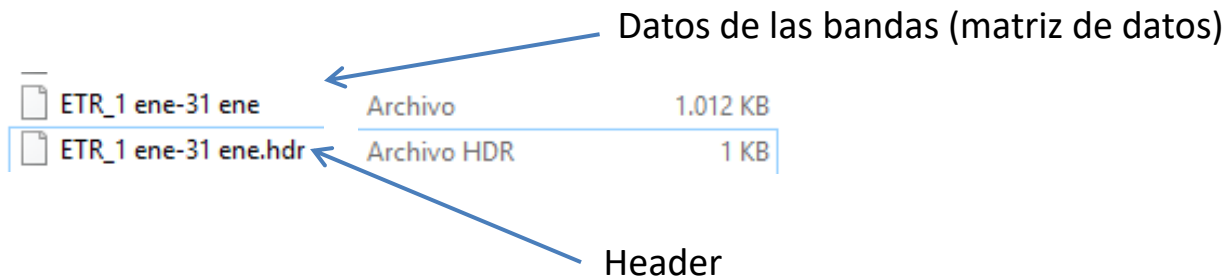


**Fuente:**  
<http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=3186>

# Imágenes y manejo de ENVI














*Las imágenes en ENVI están formadas por dos archivos*

- 1) Un header con extensión hdr
- 2) Un archivo con los datos que no requiere una extensión propia (matrices de datos). El ejemplo de abajo corresponde a una imagen Landsat 8.



*También se pueden abrir formatos genéricos*

Ejemplo: TIF/GeoTIF, jpg, etc.





 LC82250862013158LGN00_B1.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B2.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B3.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B4.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B5.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B6.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B7.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B8.TIF	431,285 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B9.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B10.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_B11.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_BQA.TIF	107,865 KB	Imagen TIF
 LC82250862013158LGN00_MTL.txt	8 KB	Documento de texto

# Formato HDF

Actualmente el formato HDF\* (Hierarchical Data Format) es un formato estandar de los satélites de la NASA Earth Observing System (EOS) y particularmente de MODIS data y de los productos MODIS. Para abrir una imagen en envi ir a: File/OpenExternal File/GenericFormats/HDF o en su caso se puede ir a File/OpenExternal File/EOS MODIS.

Más información: <http://nsidc.org/data/hdfeos/index.html>

## Ejemplo MODIS

 MYD11A2.A2007225.h12v11.005.2007237160918.hdf	8,253 KB	Archivo HDF
 MYD11A2.A2007225.h12v11.005.2007237160918.hdf.xml	7 KB	Documento XML
 MYD11A2.A2007225.h12v12.005.2007235101440.hdf	7,935 KB	Archivo HDF
 MYD11A2.A2007225.h12v12.005.2007235101440.hdf.xml	7 KB	Documento XML

## El programa ENVI

Visualización de imágenes. Abrir una imagen desde envi se puede hacer a partir de open image file u open external. La primera opción permite abrir imágenes de formato desconocido y la segunda opción permite abrir imágenes de satélite en las que se conoce el formato de almacenado de los datos. También es posible abrir imágenes bmp y jpg entre otras.



# Ejemplo

- En el curso se utilizarán imágenes del sensor OLI (Operational Land Imager), de Landsat 8.
- Para abrir una imagen Landsat en formato TIF se debe ir a File/Open external file/Generic formats/TIFF/GEOTIFF o File/Open external file/Landsat/GEOTIFF.

# Abrir una imagen en Envi

Al abrir una imagen aparece una ventana llamada “Available Band List”. En la ventana se muestran todas las bandas correspondientes a la imagen.

En primer lugar se debe de visualizar cada banda en escala de grises. Para ello, elegir la opción “Grayscale” y presionar el botón “Load Band”. Otra alternativa es doble-click sobre la banda deseada.

Visualizada la imagen, aparecen 3 ventanas: “Scroll”, en la que aparece la imagen entera, “Image”, en la que aparece una imagen recortada según el marcador (recuadro rojo) que aparece en la ventana “Scroll”, y “Zoom”, que es un aumento del cuadrado sobre la imagen mostrada en la ventana “Image” (aparece también un marcador a modo de recuadro rojo).

Si la imagen es pequeña aparezcan dos ventanas (la imagen completa y el zoom). Si se cierra la ventana “Image”, desaparecen también las ventanas “Scroll” y “Zoom”, pero la imagen sigue disponible (se puede observar aún en la ventana de “Available Band List”).

# Cerrar una imagen en Envi

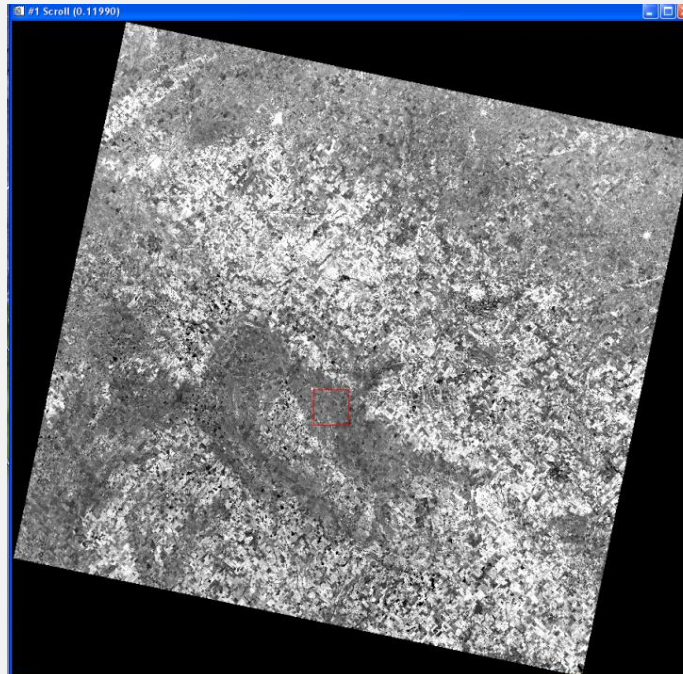
Para cerrar definitivamente una imagen y eliminarla de la memoria, hay que seleccionarla en la ventana "Available Band List", y posteriormente seleccionar la opción "Close Selected File". Es posible cerrar todas las imágenes abiertas seleccionando la opción "File/Close All Files".

Procesado. Es posible visualizar varias imágenes (o bandas) simultáneamente. Para ello, una vez abierta y visualizada una imagen, se aprieta el botón "Display #1" de la ventana "Available Band List", seleccionando la opción "New Display" y cargando la imagen deseada. También es posible abrir directamente una imagen en una nueva ventana utilizando el botón derecho del mouse sobre la banda deseada y seleccionando "Load Band To New Display".

Si una imagen no se visualiza correctamente, se debe verificar el Header y de ser necesario modificar éste mediante la opción "FILE /Edit ENVI Header".

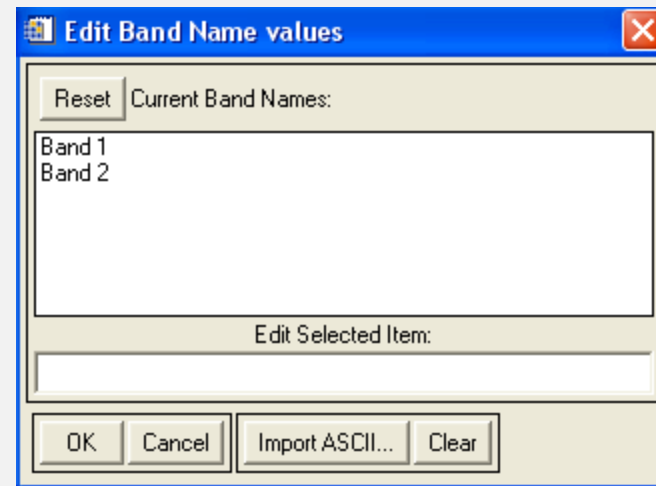
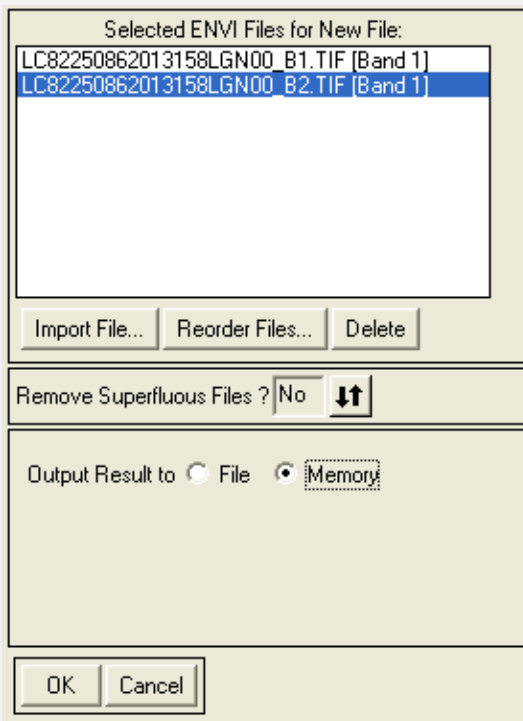
## Ejercicio

- Abrir la imagen Landsat 8 LC08\_L1TP\_225086\_20171125\_20171206\_01\_T1 (de la banda 2 a la 10, excepto la 8 y 9). Cómo están expresados los valores contenidos en los píxeles?
- Observar la información contenida en el header (botón derecho sobre la imagen en available band list/Edit Header).
- Superponer el vector del partido de Tandil.

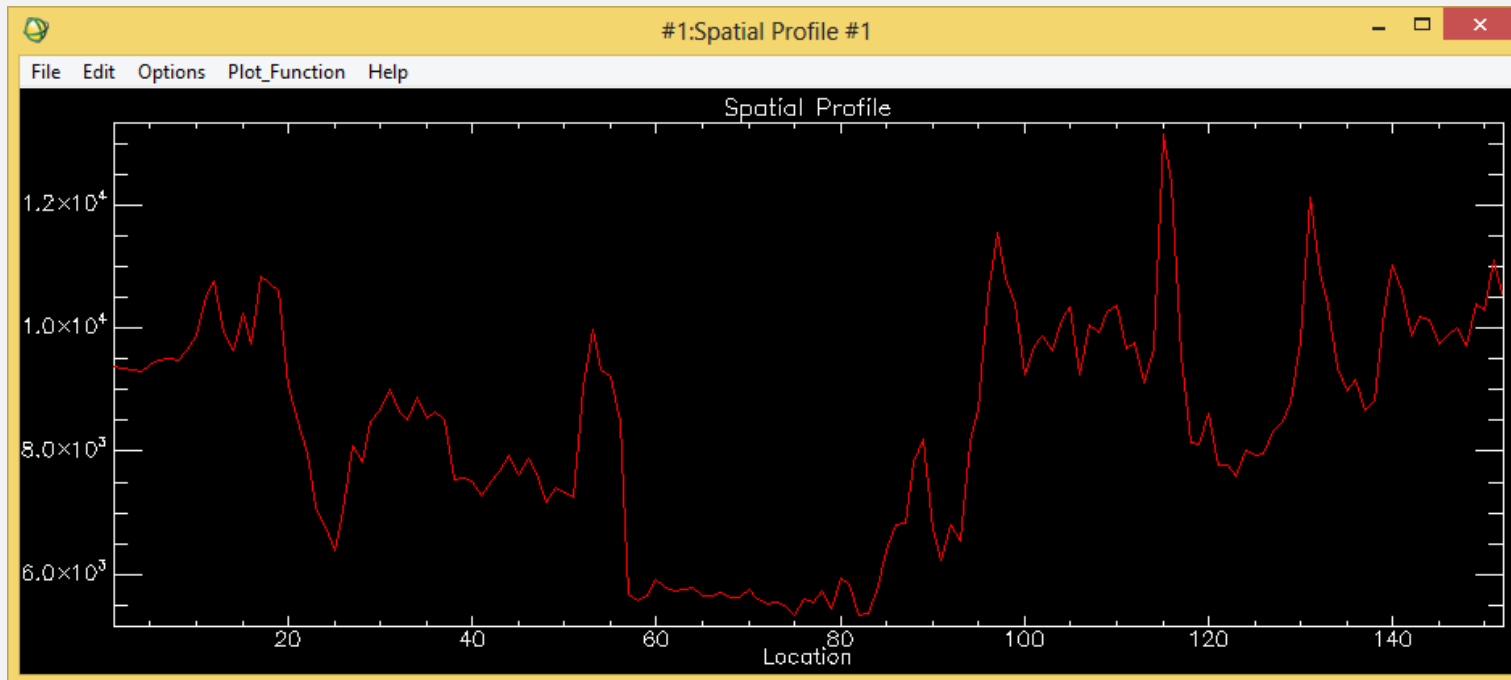


Visualización de la banda 2 en escala de grises (Scroll)

- Guardar las bandas (de la 2 a la 10, excepto la 8 y 9) en un mismo archivo en formato ENVI y luego cambiar el nombre de cada banda. Para ello:
  - File/Save file as/ENVI standard. La guardaremos como L8-25-11-2017.
  - Editar el Header, cambiando de nombre las bandas. Entrar en Edit Atributes/band names y en el nombre poner la banda y la longitud de onda correspondiente (ver diapositiva 4). Ej: para la banda 2: B2- 0.452-0.512. Guardar pulsando Ok.



- Explorar las bandas con Cursor/Location value.
- Explorar la banda 5 realizando una transecta sobre la imagen y sobre el zoom, mediante la herramienta profile:  
Tools→Profile→Arbitrary profile.
- Discutir los resultados para distintos tipos de coberturas.

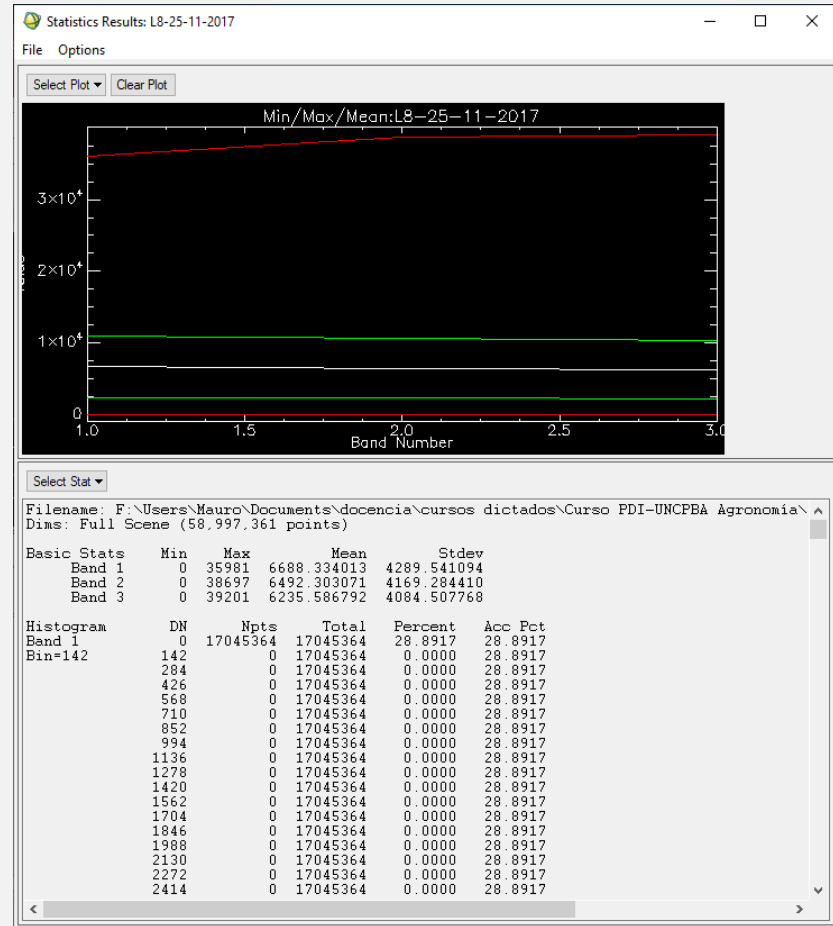


Perfil espacial realizado sobre banda 5

# Estadísticos básicos e histogramas

Para obtener el histograma correspondiente a la imagen (estadísticas básicas) ir al menú principal opción basic tools/statistics/compute statistics.

Aparece una ventana llamada Compute Statistics Input File. Se debe seleccionar la imagen/banda deseada (seleccionaremos bandas 2 a 4) y dar OK. A continuación aparece la ventana Compute Statistics Parameters. Activamos la opción Histograms. Luego aparecen los histogramas correspondientes a cada banda de la imagen. A la derecha se observa como ejemplo la salida de los estadísticos de las bandas 2, 3 y 4.

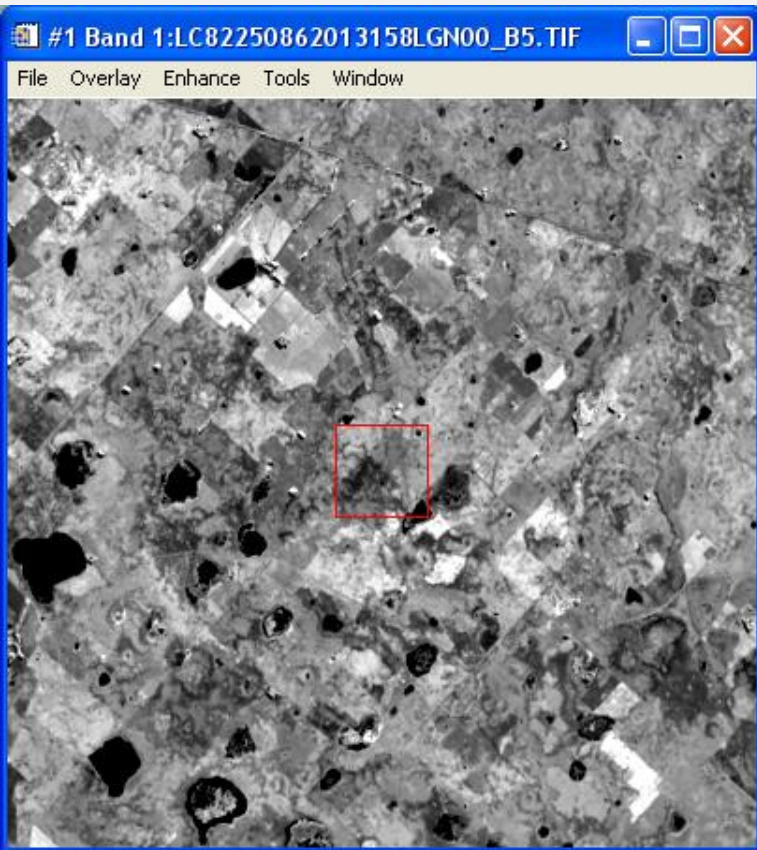


# Ajuste de contraste

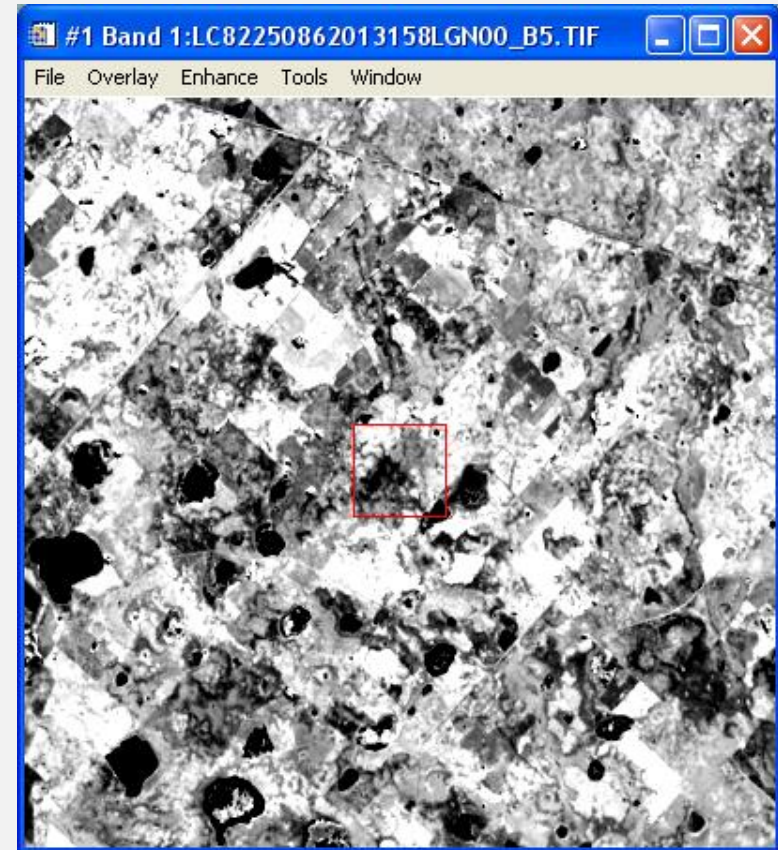
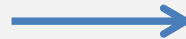
Los sensores tienen un amplio rango de valores de salida para considerar la gama de reflectancias de la superficie.

En la mayoría de las áreas se presentan valores de reflectancia acotados.

Así, la manipulación del contraste es muy importante para el análisis visual de la imagen.



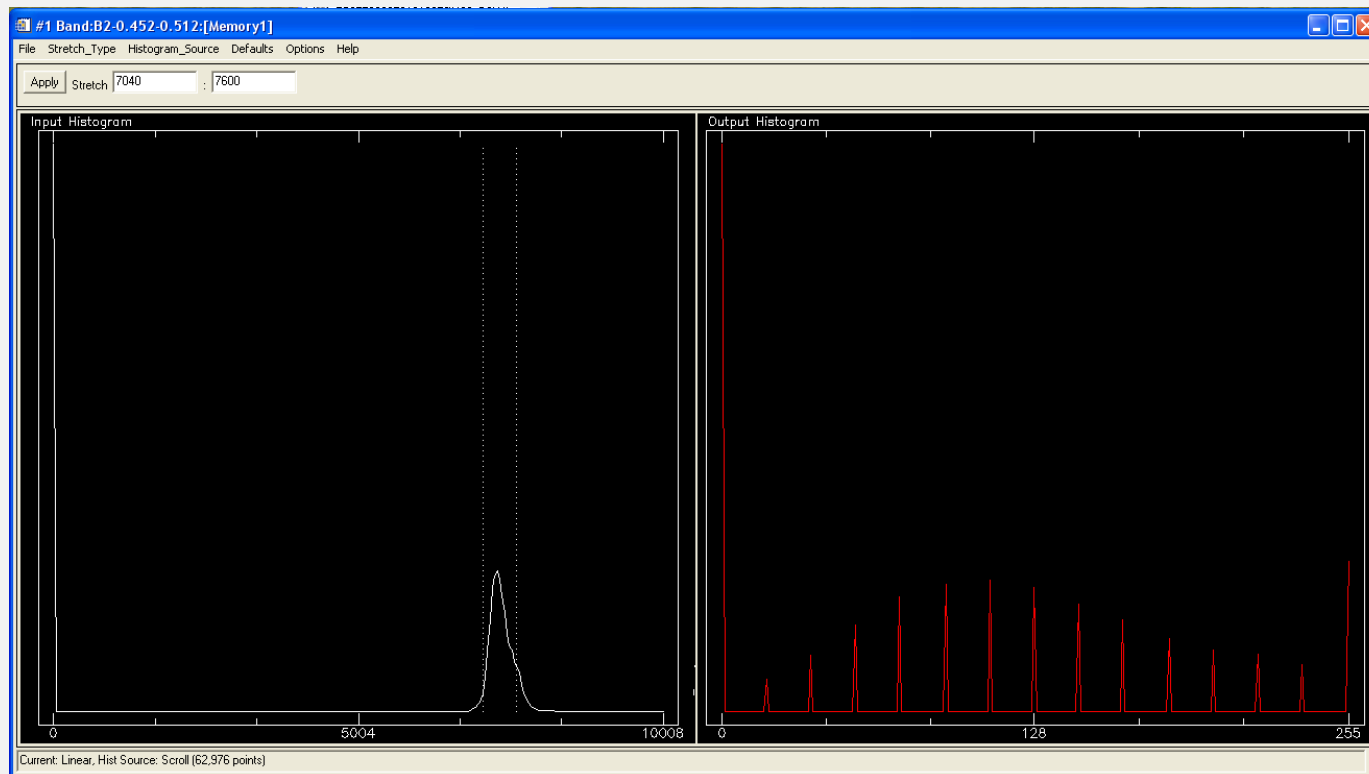
Stretch





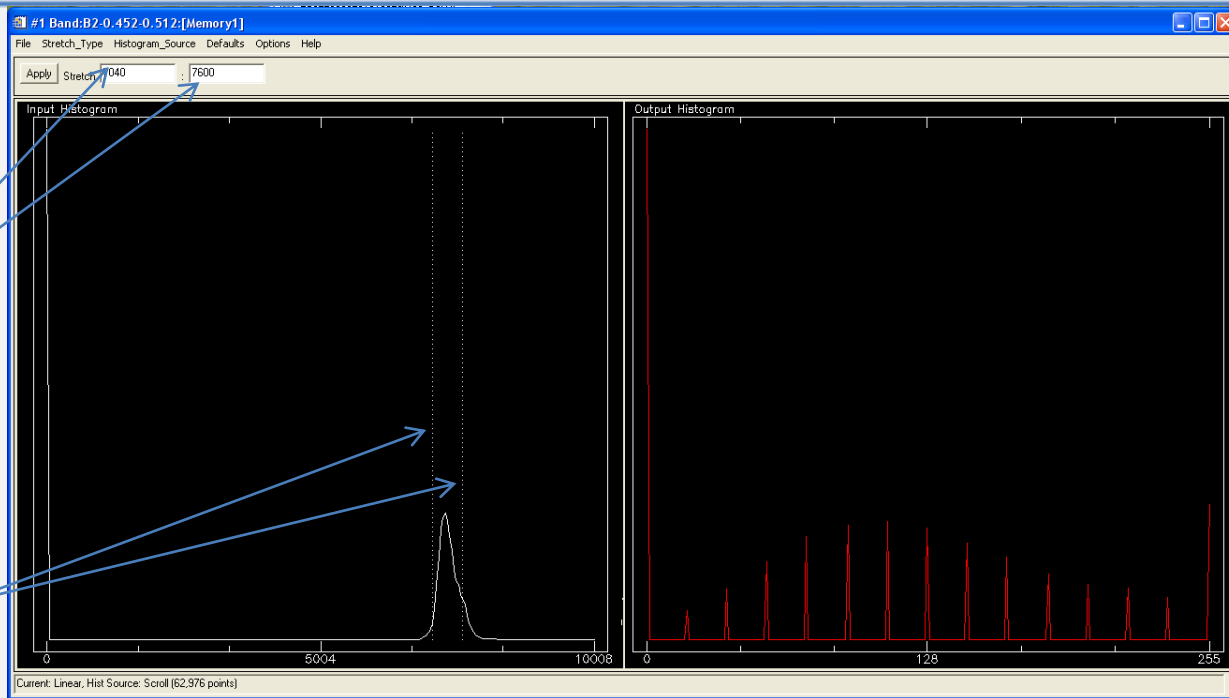
# Ajuste de contraste

Para ajustar el contraste de la imagen, ir a la ventana "Image" y seleccionar la opción "Enhance/Interactive Stretching". Aparece una ventana con el histograma original de la imagen ajustado "Input histogram" y el histograma resultante de la modificación realizada "Output histogram" (ver abajo)



# Ajuste de contraste

En la gráfica "Input histogram" se pueden observar dos líneas verticales punteadas, que pueden ser modificadas por el usuario simplemente arrastrándolas con el mouse. Si se desea, también se puede hacer directamente a partir del ingreso manual de valores iniciales y finales en los recuadros junto a la opción "Stretch". Seleccionando la opción "Apply" se generan los cambios sobre la imagen.



Cambiar manualmente

Mover con el mouse

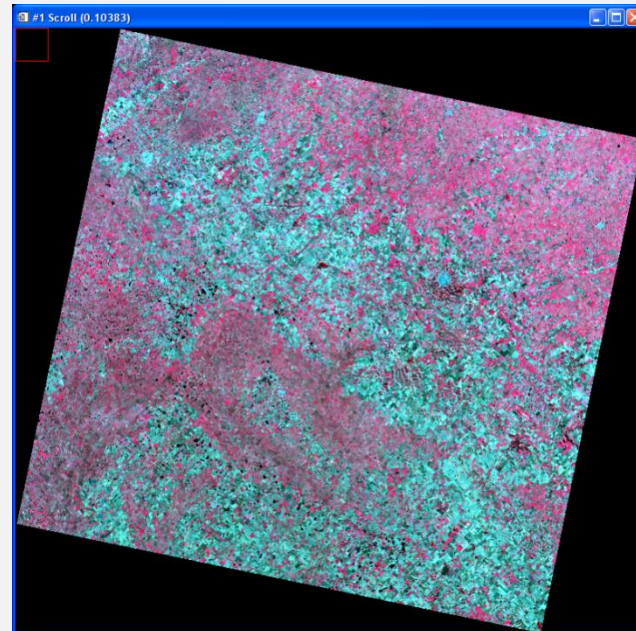
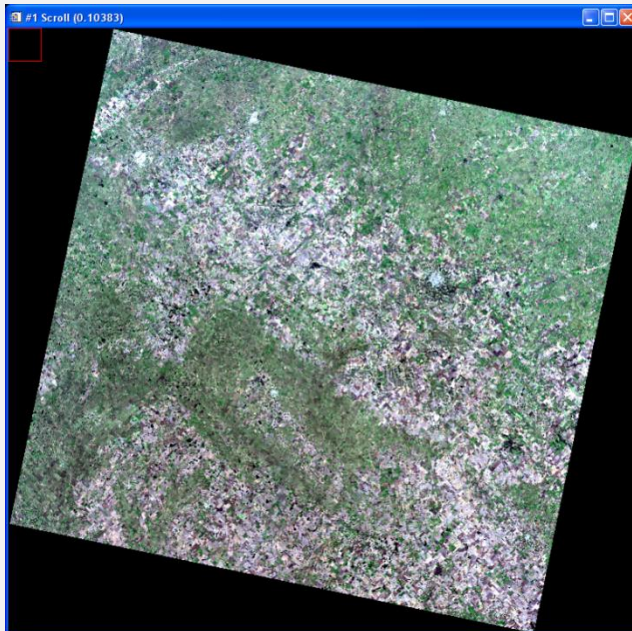
**Ejercicio:** realizar un ajuste del contraste para diferenciar superficies poco reflectivas en banda 5.

# Composiciones RGB

Es posible combinar 3 bandas diferentes de una imagen o con alguna banda repetida seleccionando la opción “RGB Color” de la ventana “Available Band List” (a la derecha de Gray Scale). Se debe seleccionar qué banda corresponde a cada color. Cuando las bandas espectrales de un determinado sensor coinciden exactamente con las longitudes de onda de los colores Rojo, Verde y Azul, la composición resultante se conoce como “color verdadero”. Las composiciones RGB se utilizan para analizar y resaltar de forma visual determinada información de la imagen. Cuando se elige como combinación RGB bandas situadas en el infrarrojo cercano, rojo y verde del espectro, la composición se denomina “falso color” o “falso color compuesto”. En esta composición la vegetación aparece en color rojo.

# Ejercicio

- Realizar una composición RGB color verdadero. Comentar los resultados (tipos de coberturas, características de los cuerpos de agua, etc.).
- Realizar una composición falso color y comentar resultados.



# Comparación de visualizaciones

Es posible realizar una comparación entre visualizaciones de las bandas de una imagen (es necesario tener abiertas 2 o más bandas). De esta manera podemos localizar la misma región o el mismo píxel. En el menú de la imagen seleccionar “Tools/Link/Link Displays”. Si son imágenes de fechas diferentes las imágenes deben de tener el mismo número de filas y de columnas. Una vez realizado el Link, situándonos sobre una imagen y presionando el botón izquierdo del mouse aparece la otra imagen sobrepuesta (el nivel de transparencia con el que queremos que se solapen las imágenes así como en que Display queremos ver la comparación puede seleccionarse en la ventana que aparece tras la opción de Link Displays).

Para comparar imágenes tomadas sobre una misma zona que no tienen el mismo número de filas y columnas, éstas pueden compararse con la opción “Tools/Link/Geographic Link” (es necesario que las mismas estén georeferenciadas).

**Ejercicio:** asociar las bandas 3 y 7. Comparar los valores sobre cuerpos de agua. Conceptualizar el comportamiento del agua en base a su firma espectral.

# Selección de áreas de interés

En una determinada imagen, por lo general, resulta conveniente definir una serie de zonas o regiones integradas por un determinado número de píxeles, de forma que es posible calcular los valores estadísticas básicos de esa región contenida en la imagen. En Envi las zonas se conocen con el nombre de Regiones de Interés (ROI: Region Of Interest). Para crear una ROI, en el menú de la imagen es necesario seleccionar la opción “Tools/Region of Interest/ROI Tool”. La ROI puede crearse en la imagen, en el scroll, o en el zoom. En general, resulta conveniente crearla en el zoom. Para ello, en la opción “Window” seleccionar “zoom”. En el menú “ROI\_Type” podemos seleccionar qué tipo de forma geométrica queremos para nuestra región de interés. Para dibujar la ROI nos posicionamos en la ventana seleccionada (por ejemplo el “zoom”) y con el botón izquierdo del ratón (sin soltar) delimitamos la región deseada. A continuación nos situamos dentro de esta región y apretamos el botón derecho del mouse. En la ventana “ROI Tool” aparecerá el nombre de la región, su color y el número de píxeles que lo integran. Para crear una nueva región de interés, pulsar el botón “New Region” y seguir los mismos pasos indicados con anterioridad.

Se puede borrar una región a partir del botón “Delete”. El nombre de la región puede modificarse haciendo doble-click sobre éste, así como su color, haciendo click con el botón derecho del mouse. Las regiones pueden grabarse de forma permanente a partir de la opción “File/Save ROIs”. Sino se guarda al cerrar Envi se pierde la ROI.

# Ejercicio

- En base a una composición RGB, crear una ROI sobre cuerpos de agua y explorar sus valores.
- Crear una ROI del partido de Tandil en base al vector de ese partido<sup>a</sup> y calcular los estadísticos para la banda 5.
- Realizar en forma aproximada una ROI de agua utilizando valores de la banda 7<sup>b</sup>. Para ello, hacer uso del histograma de esa banda.
- Calcular la superficie con agua<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Pasos: en la ventana de vector, file, export active layers to ROIs.

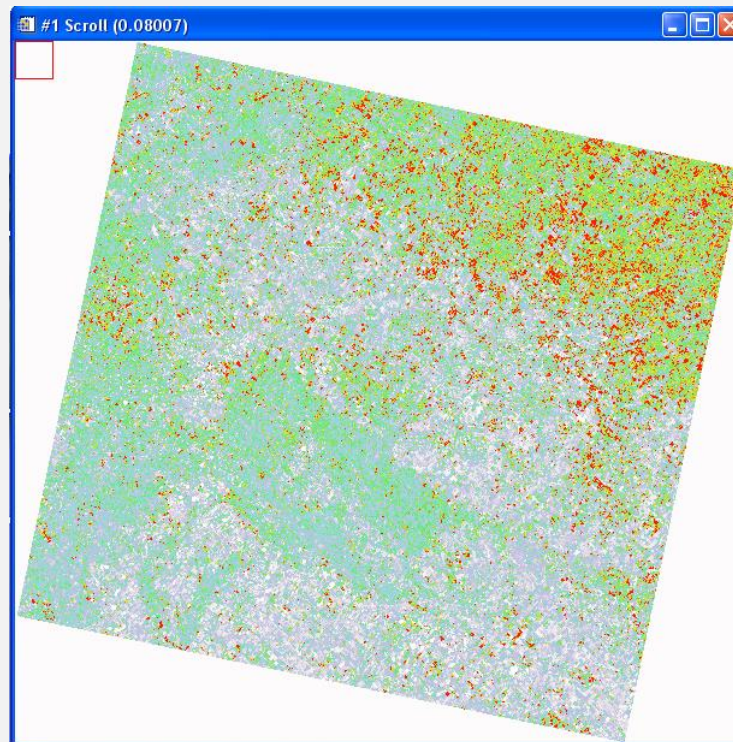
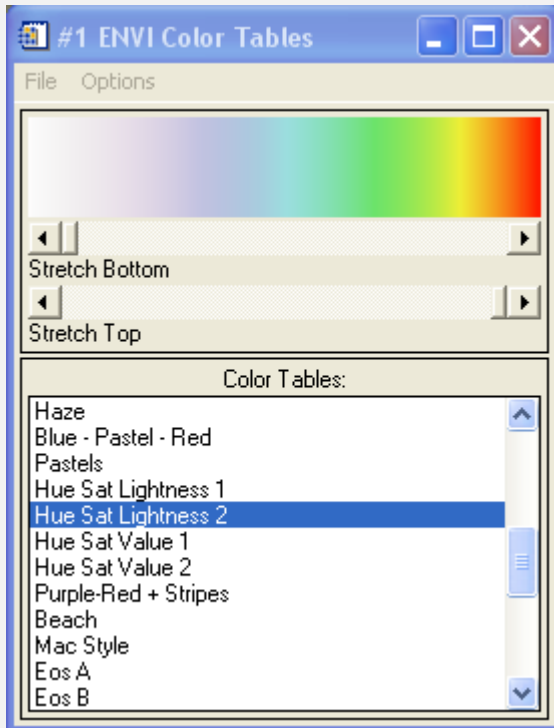
<sup>b</sup>Pasos: en la ventana de ROI, Options, Band threshold to ROI, definir los valores máximos y mínimos.

<sup>c</sup>Pasos: en la ventana de ROI, options, report area of ROI

# Escala de color

Para asignar una escala de color a una imagen, seleccionar en la ventana "Image" la opción "Tools/Color Mapping/ENVI Color Tables". Esta opción permite aplicar una serie de escalas de colores incluidas por defecto en el programa.

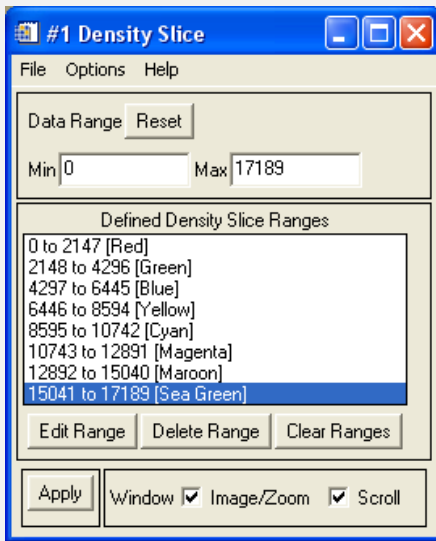
Aplicación de Envi color tables a la banda 5 de la imagen Landsat 8





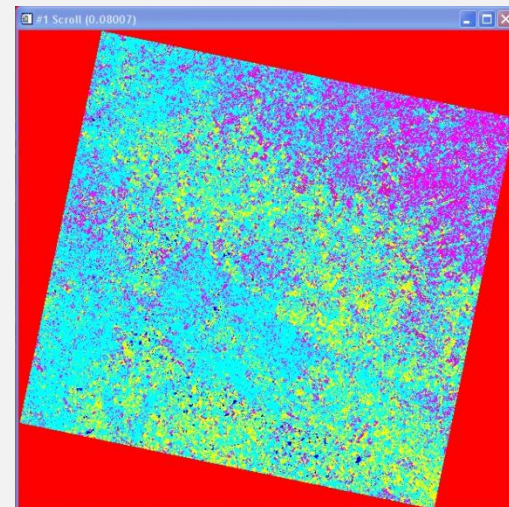
# Escala definida por el usuario

Para crear una escala propia ir a la opción “Tools/Color Mapping/Density Slice”. Seleccionada la imagen, aparece la ventana “Density Slice”, con un intervalo de valores y colores asignados por defecto. Se pueden modificar los valores o seleccionar “Clear Ranges” [se borran todos los valores] y mediante la opción “Options/Add New Ranges” se puede comenzar a construir la nueva escala de color (se debe introducir el valor mínimo y máximo del rango, así como el color que se desea asignar). Para aplicar la escala de color a la imagen, presionar “Apply”.



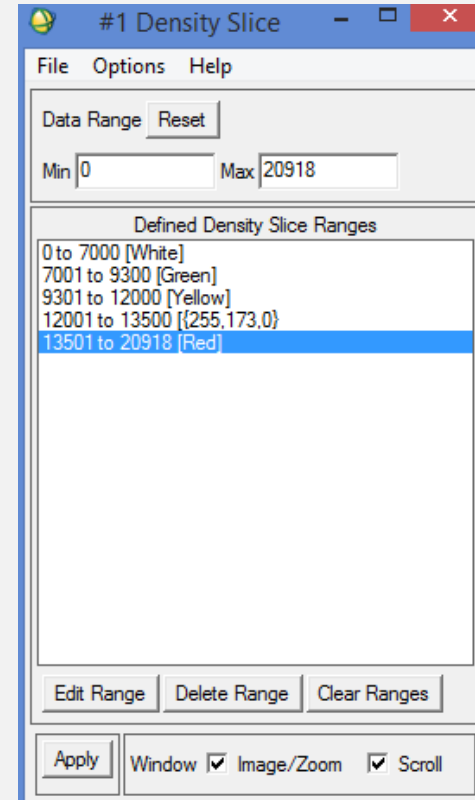
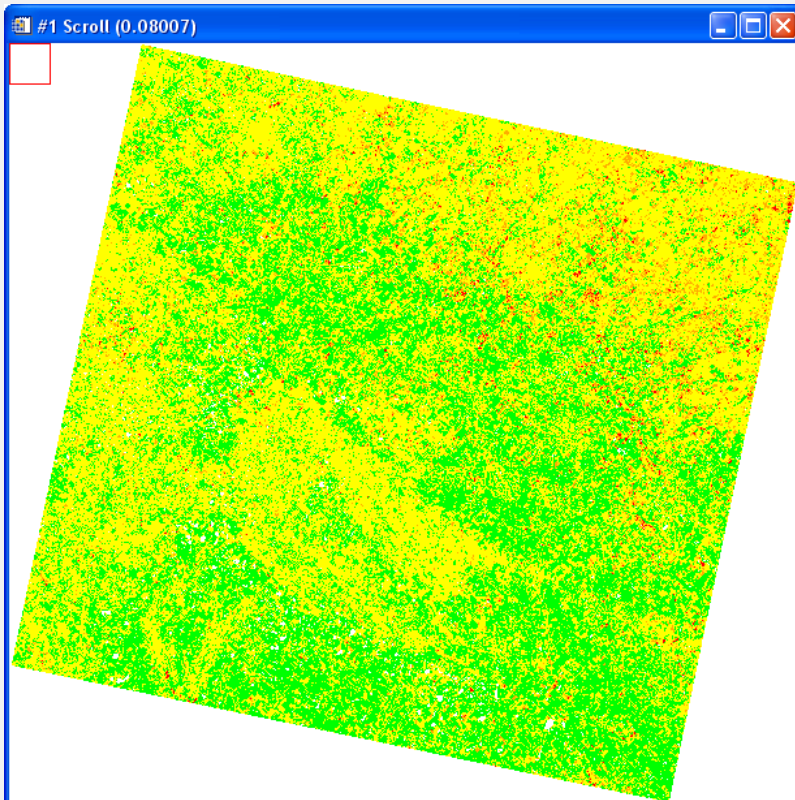
Ventana de valores del Density Slice generada por defecto por ENVI (izquierda)

Density Slice aplicado a la visualización Scroll (derecha)



# Ejercicio

- En base a los máximos, mínimos y la distribución de valores de la banda 5 definir un coloreado con 5 rangos de valores.



## Operaciones matemáticas

Permiten realizar cálculos con diferentes bandas y coeficientes.

Para realizar operaciones con las imágenes, ir a la opción “BASIC TOOLS/Band Math” en el menú principal.

Las expresiones matemáticas correspondientes deben escribirse en la línea “Enter an expresion”, donde las imágenes deben ser nombradas por la letra ‘b’ (en minúscula o mayúscula) seguida de un número (b1, b2, b3, etc.). Por ejemplo, si queremos multiplicar dos imágenes debemos escribir:

$$b1*b2$$

# Operaciones matemáticas

Al presionar “OK” aparecerá la ventana “Variables to Bands Pairings”. En el recuadro correspondiente a “Variables used in expression” deberemos seleccionar la opción “B1” y posteriormente seleccionar la banda que queremos multiplicar en el recuadro de “Available Bands List”. Realizar la misma operación para la imagen “B2”. Siempre que apliquemos una determinada operación a una imagen, la imagen resultante puede almacenarse en la memoria (opción Memory) o bien guardarla en el disco asignándole un determinado nombre (seleccionar opción File). Es importante recordar que si la imagen se almacena en la memoria, al cerrar Envi, la imagen se pierde y no se puede recuperar.

# Ejemplo de operaciones

Operación	Escribir en recuadro band math
Suma de bandas	$b1+b2+b3$
Cociente entre bandas	$B1/float(b2)$
Exponencial	$exp(b1)$
Producto	$B1*b2$
Log natural	$alog(b1)$
Raíz cuadrada	$sqrt(b1)$

\* En la opción help de envi encontrará el resto de funciones matemáticas posibles de aplicar

# Ejercicio

- Calcular el Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), según la siguiente expresión:

$$NDVI = \frac{\rho_{IRc} - \rho_{rojo}}{\rho_{IRc} + \rho_{rojo}}$$

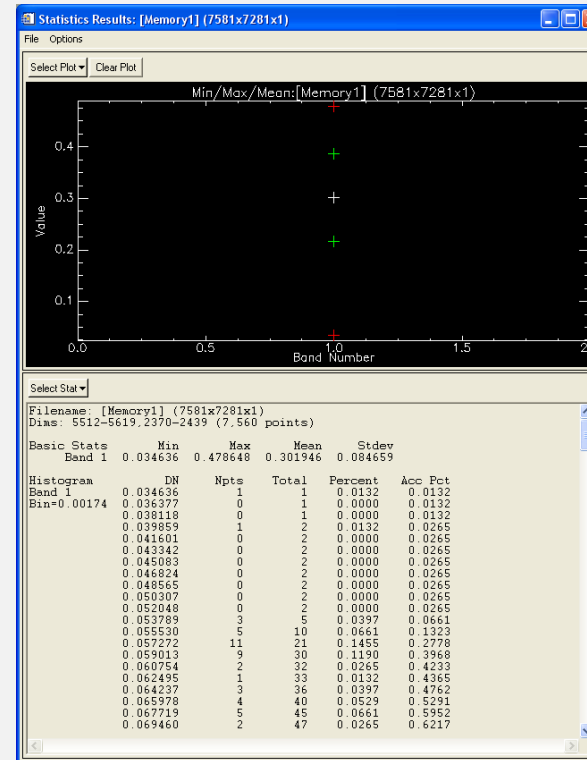
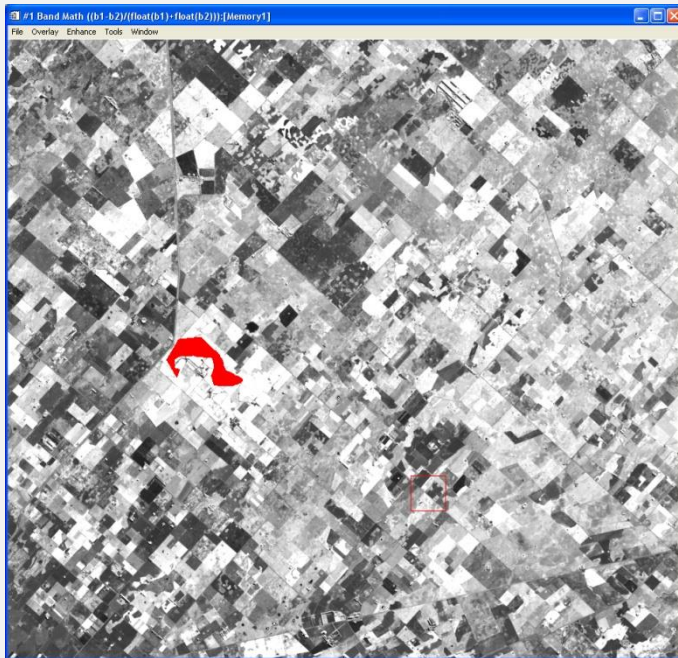
donde  $\rho_{IRc}$  es la reflectancia en la región del infrarrojo cercano y  $\rho_{rojo}$  es la reflectancia en la región del rojo del espectro. *Sólo a los fines de comprender la herramienta “Band math”, calcularemos el NDVI con datos crudos (ND).*

- Comentar los resultados comparando con la composición falso color.

# Ejercicio

- Definir ROIs sobre sitios cultivados, sin cultivar y de sierras.
- Calcular los estadísticos del NDVI obtenido anteriormente.

Ejemplo de sitios cultivados



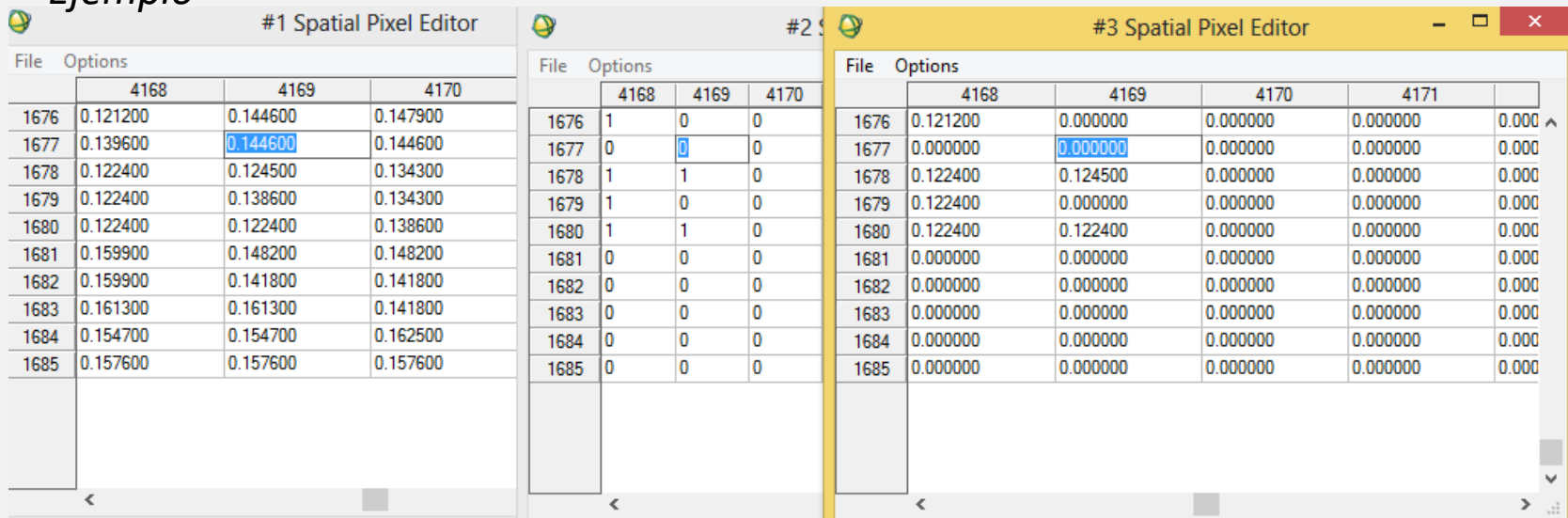
# Máscaras

Una máscara consiste en una imagen binaria de valores 0 y 1, permitiendo asignar 0 a valores que deseamos descartar o ignorar.

*Para crear una máscara a un rango de valores:*

*En el menú principal: basic tools, masking, build mask, seleccionar el display, options, import data range, elegimos la banda, definimos los umbrales de la máscara. Para aplicar la máscara: basic tools, masking, apply, se selecciona la banda y la máscara a aplicar.*

## Ejemplo



#1 Spatial Pixel Editor			
File	Options		
	4168	4169	4170
1676	0.121200	0.144600	0.147900
1677	0.139600	0.144600	0.144600
1678	0.122400	0.124500	0.134300
1679	0.122400	0.138600	0.134300
1680	0.122400	0.122400	0.138600
1681	0.159900	0.148200	0.148200
1682	0.159900	0.141800	0.141800
1683	0.161300	0.161300	0.141800
1684	0.154700	0.154700	0.162500
1685	0.157600	0.157600	0.157600

#2 Spatial Pixel Editor			
File	Options		
	4168	4169	4170
1676	1	0	0
1677	0	0	0
1678	1	1	0
1679	1	0	0
1680	1	1	0
1681	0	0	0
1682	0	0	0
1683	0	0	0
1684	0	0	0
1685	0	0	0

#3 Spatial Pixel Editor					
File	Options				
	4168	4169	4170	4171	
1676	0.121200	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1677	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1678	0.122400	0.124500	0.000000	0.000000	0.000000
1679	0.122400	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1680	0.122400	0.122400	0.000000	0.000000	0.000000
1681	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1682	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1683	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1684	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1685	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000