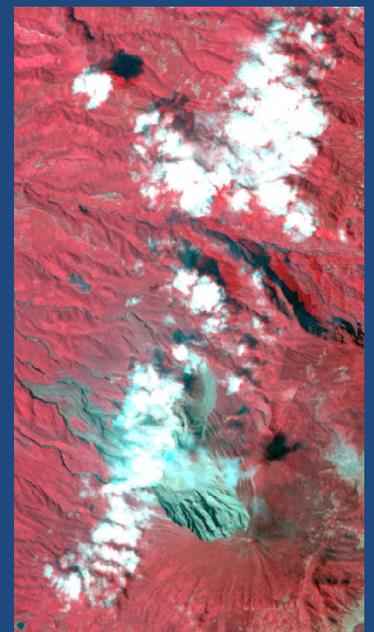
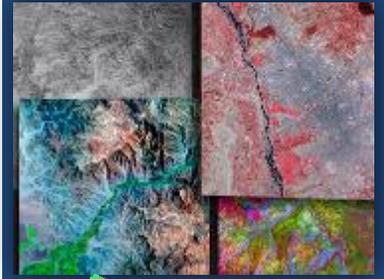


# GUIA PRÁCTICA: CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES

Una guía práctica sobre la realización de clasificación supervisada y no supervisada de imágenes Satelitales utilizando el software ILWIS 3.3.

Por: Mario Fernando Monterroso Tobar  
Ingeniero en Administración de Tierras



# Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Clasificación de Imágenes .....                                | 1  |
| Clasificación Supervisada de Imágenes con una sola Banda ..... | 2  |
| Clasificación de Imágenes Multiespectrales.....                | 10 |
| Espacios Característicos (Feature Spaces) .....                | 18 |
| Tipos de Clasificación .....                                   | 19 |
| Evaluación de los resultados de la clasificación.....          | 22 |
| Clasificación no supervisada .....                             | 27 |
| Bibliografía.....  | 29 |

# Clasificación de Imágenes

Según (Vicens L. 2009) Las técnicas de clasificación de imágenes posibilitan la transformación de imágenes crudas (fotografías aéreas, imágenes de Satélite, etc.) en datos temáticos o mapas que mostraran información con un significado evidente. Como sucede a menudo, existen diferentes técnicas para poder llevar a cabo estas clasificaciones.

En muchos casos, más bien en todos, la experiencia y el conocimiento del analista que esté llevando a cabo dicho trabajo, acaba efectuando y condicionado la calidad de los resultados que vayan a producirse.

El objetivo en la utilización de la presente guía, es que el usuario sea capaz de entender el proceso y la metodología de trabajo para generación de un mapa temático digital con significado propio y concreto, a partir de una imagen o un conjunto de imágenes digitales obtenidas mediante técnicas de percepción remota. la clasificación de imágenes es comparar y relacional las clases espectrales de las categorías de uso que deseamos obtener.

## **Técnicas de clasificación de imágenes**

Por técnicas de clasificación de imágenes debemos de entender un conjunto de métodos automáticos que podemos clasificar o agrupar en dos técnicas:

- **Clasificaciones Supervisadas**

En las clasificaciones supervisadas se requiere la participación activa del analista que este realizando la clasificación de la imagen de satélite, en este caso, el técnico que esta llevando a cabo la tarea debe indicar a software que debe realizar en cada momento (como debe clasificar cada uno de los pixeles existentes en la imagen), a partir de la definición de unas áreas de entrenamiento (training áreas) de las cuales se conoce a priori la naturaleza de su superficie.

- **Clasificaciones no Supervisadas**

Las clasificaciones no supervisadas guardan relación con el valor relativo al color, al tono o al *clúster* (grupo o agrupamientos), para identificar entidades. En este caso concreto, el analista deberá validar el resultado de la clasificación una vez esta haya sido llevada a cabo. En el caso anterior, el operador puede influir en gran medida en el proceso de clasificación mientras esta se está desarrollando, y controlando. En este segunda técnica de clasificación, la influencia que puede ejercer el operador es prácticamente nula, mas allá de seleccionar el algoritmo de clasificación que va a utilizarse.

Por normal general, mediante este tipo de técnicas de clasificación deberá llevarse a cabo varias veces el mismo proceso para obtener diferentes resultados, que acabaran agregándose para obtener un resultado final considerado valido.

En virtud de lo anterior expuesto, el proceso de clasificación de imágenes ya sea supervisado o no supervisado se puede hacer utilizando una sola banda, en un proceso llamado *density silicing*, o usando muchas bandas (*multi-espectral de clasificación*).

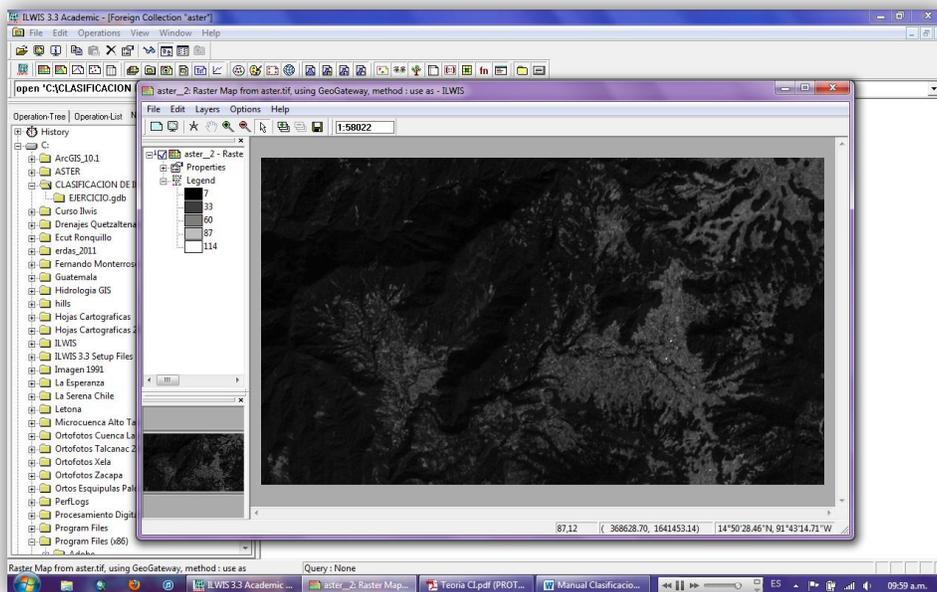
## Clasificación Supervisada de Imágenes con una sola Banda

### Density slicing (Corte por densidad)

El corte por densidad es una técnica, mediante la cual, el numero digital (ND) es distribuido a lo largo del eje horizontal de la imagen de un histograma, estos se dividen en una serie de intervalos especificados por el usuario.

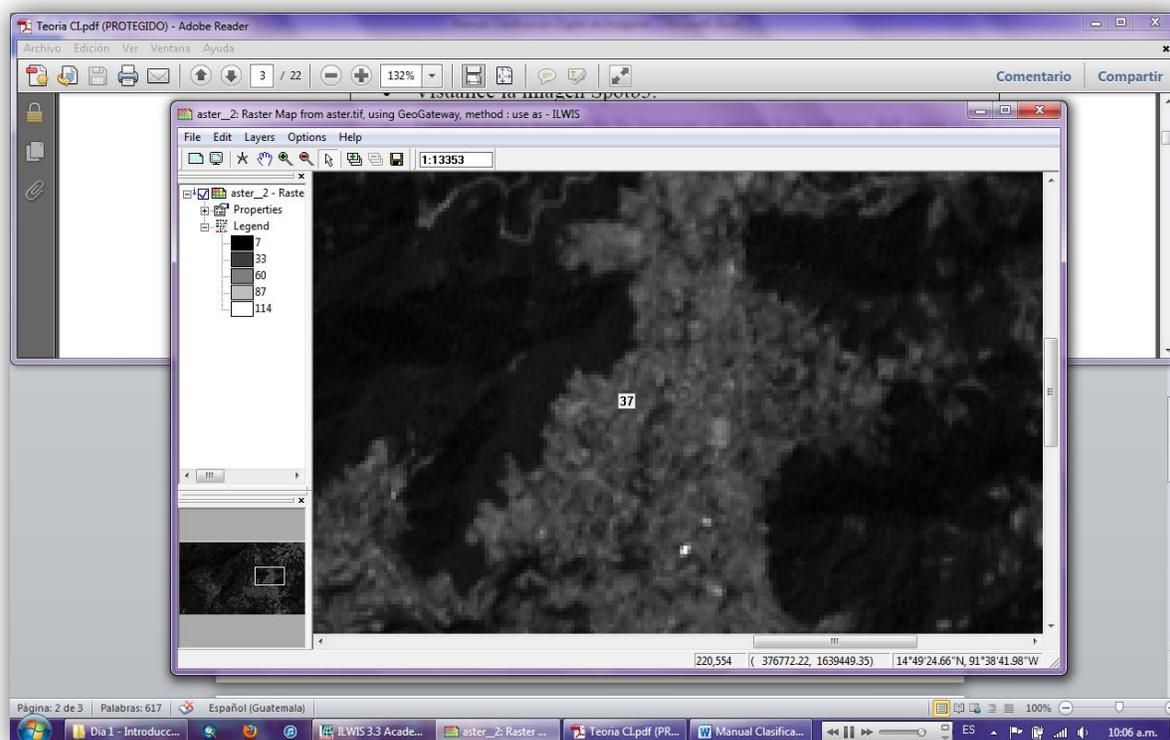
El número de porciones y los límites entre los cortes dependen en los diferentes tipos de coberturas de la tierra que abarque la zona. Todos los ND se encuentran dentro de un intervalo dado en la imagen de entrada y luego son visualizados usando un único nombre de clase en el mapa de salida. La imagen utilizada en el ejercicio es una banda **aster\_2** de un área del municipio de San Martin Sacatepéquez, del departamento de Quetzaltenango, Guatemala.

En base a lo anterior planteado, Habrá el programa ILWIS 3.3 Academic, ubíquese en la carpeta de trabajo y habrá el archivo importado de nombre ASTER y sobre el listado de mapas haga clic en la imagen **aster\_2** y visualícela con Representación *gray* por defecto.



Desplácese sobre la imagen con clic sostenido y anote los valores representativos de cada uso de la tierra presente en la imagen.

Nota: para hacer el procesamiento anterior debe de tener activa la pestaña *Info* en las opciones de muestra de la imagen (*Display Options*).



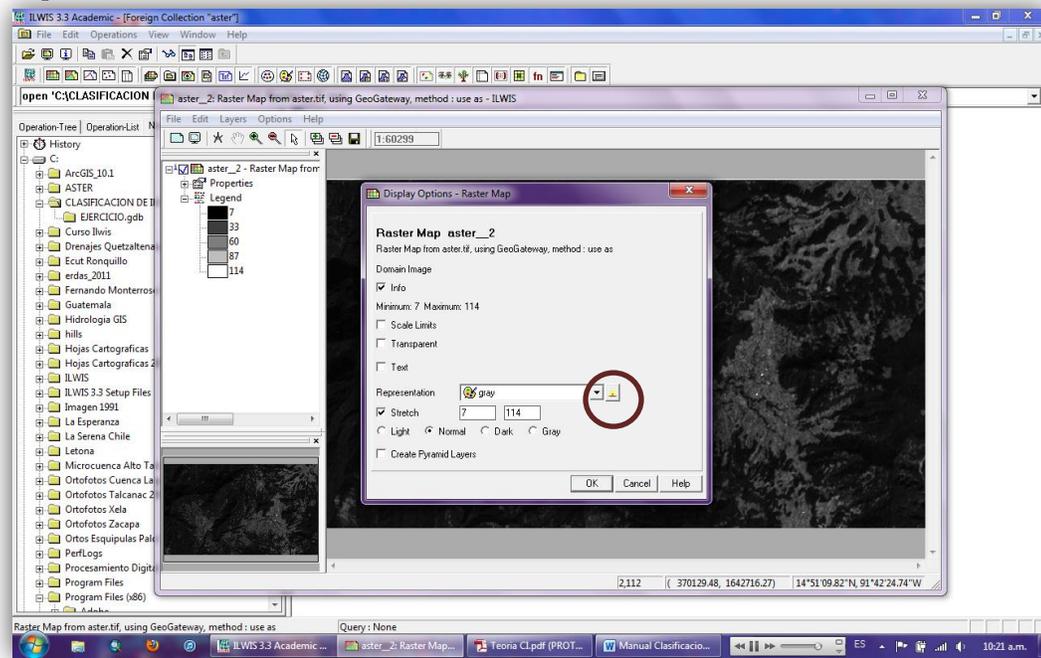
Llene la siguiente tabla con los códigos representativos de cada uso de la tierra que pudo visualizar.

**Tabla 1**  
**Códigos representativos según ND**  
**para las clases de Cobertura.**

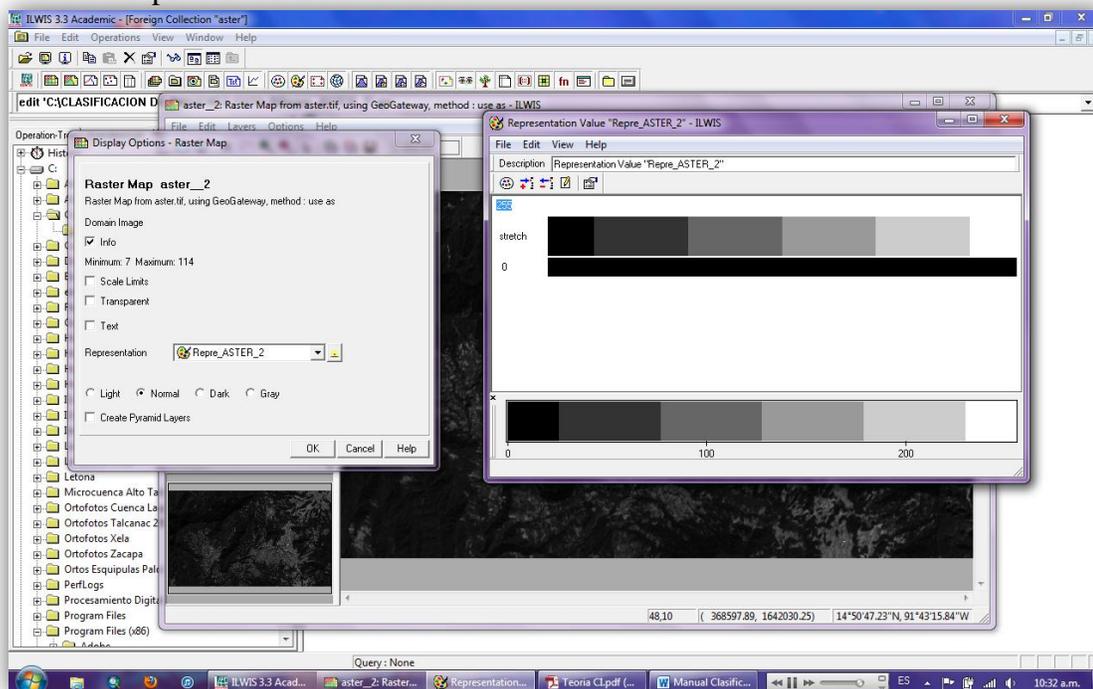
| Clase de Cobertura   | Valor ND representativo en imagen aster_2 |
|----------------------|---|
| Bosque               | 15  |
| Zonas Agrícolas      | 48  |
| Zonas Habitacionales | 55  |

Como se puede apreciar en una interpretación visual de la reflectancia espectral de las distintas clases de cobertura de las banda 2, se observan diferencias con respecto a sus tonos de gris. El corte por densidad solo da resultados razonables, si los valores de los ND de las clases de cobertura no se superponen unos con otros.

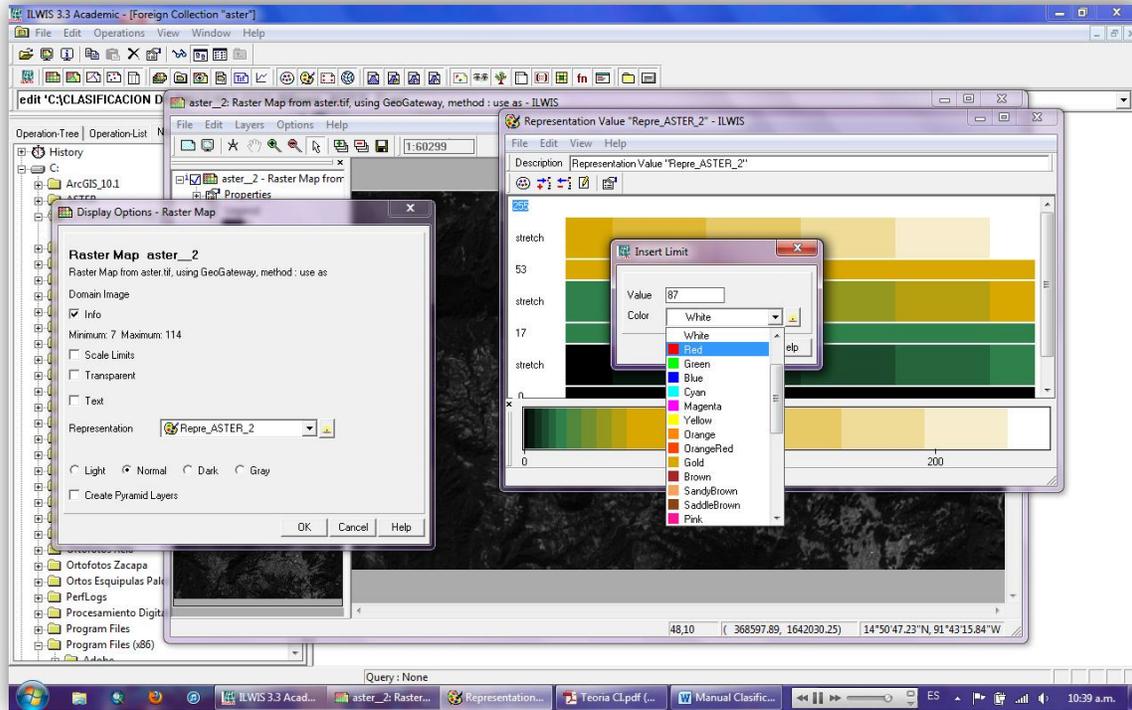
Con lo anterior es importante recalcar que antes de que una operación de corte se lleve a cabo, es útil en primer lugar, aplicar un método que represente el mapa, como si fuera clasificado por la manipulación de la representación. Para lo anterior, visualice la Banda **aster\_2** y diríjase a las opciones de muestra (Display Options). Y haga clic en el botón *Create Representation*



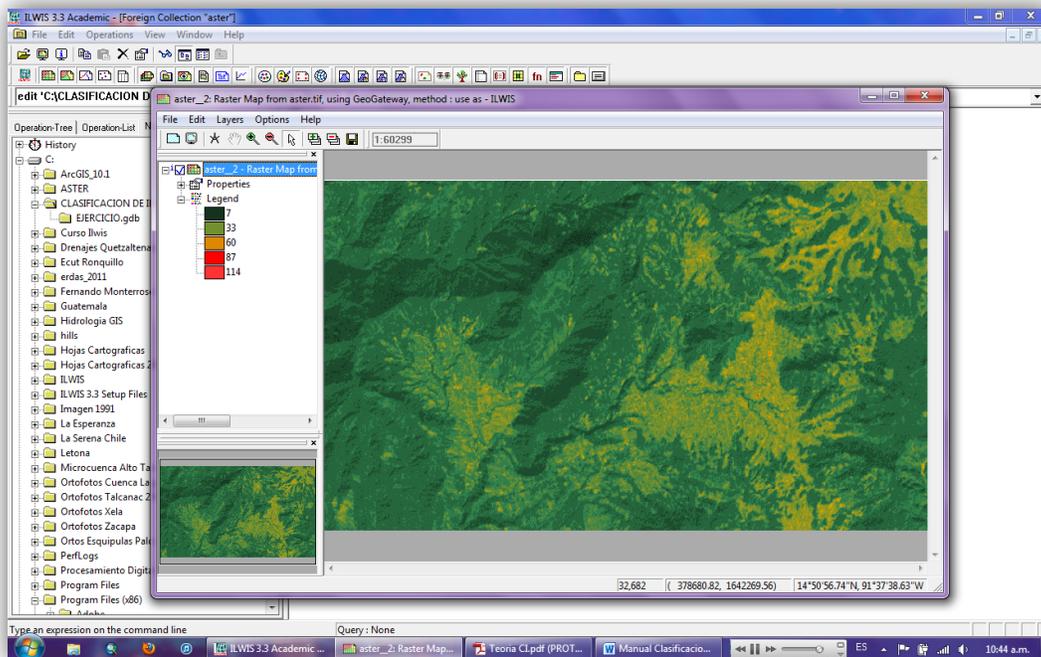
El cuadro de dialogo se abre, escriba un nombre de la representación y haga clic en ok, el editor de valor representaciones es abierto.



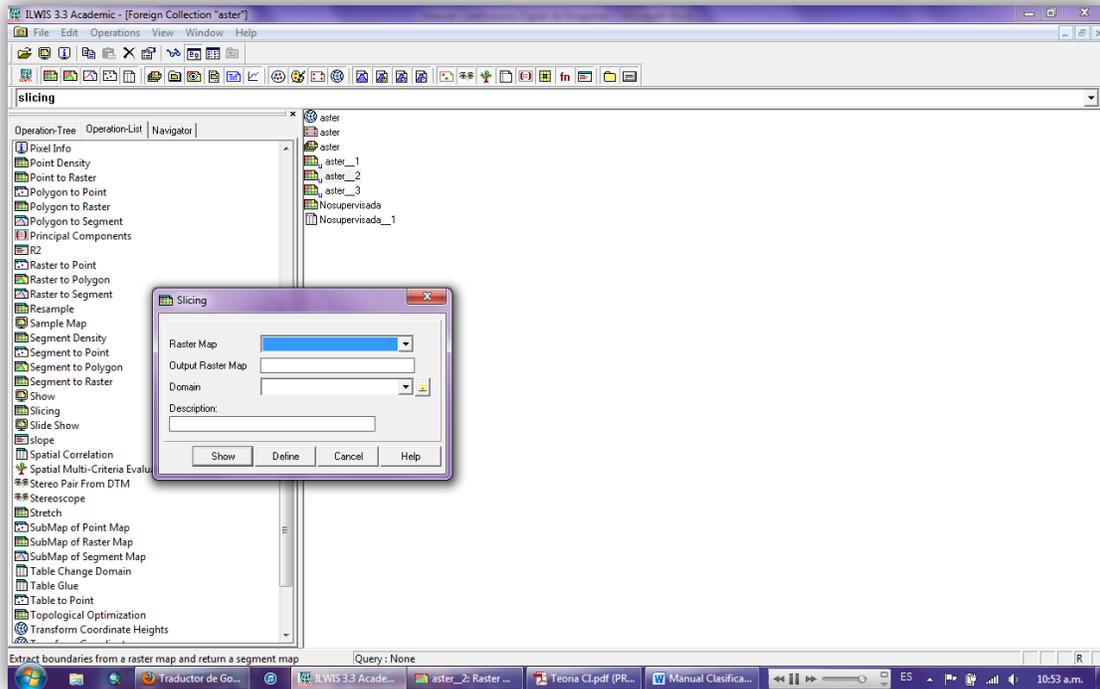
Ahora insertaremos Límites, haciendo clic en *Editor* e *Insert Limit* e introduzca los distintos límites que anoto en la Tabla 1, inserte también los otros límites que agregó a la Tabla 1 y asígneles un color representativo de la cobertura (bosque = verde, zonas agrícolas = amarillo obscuro, etc.).



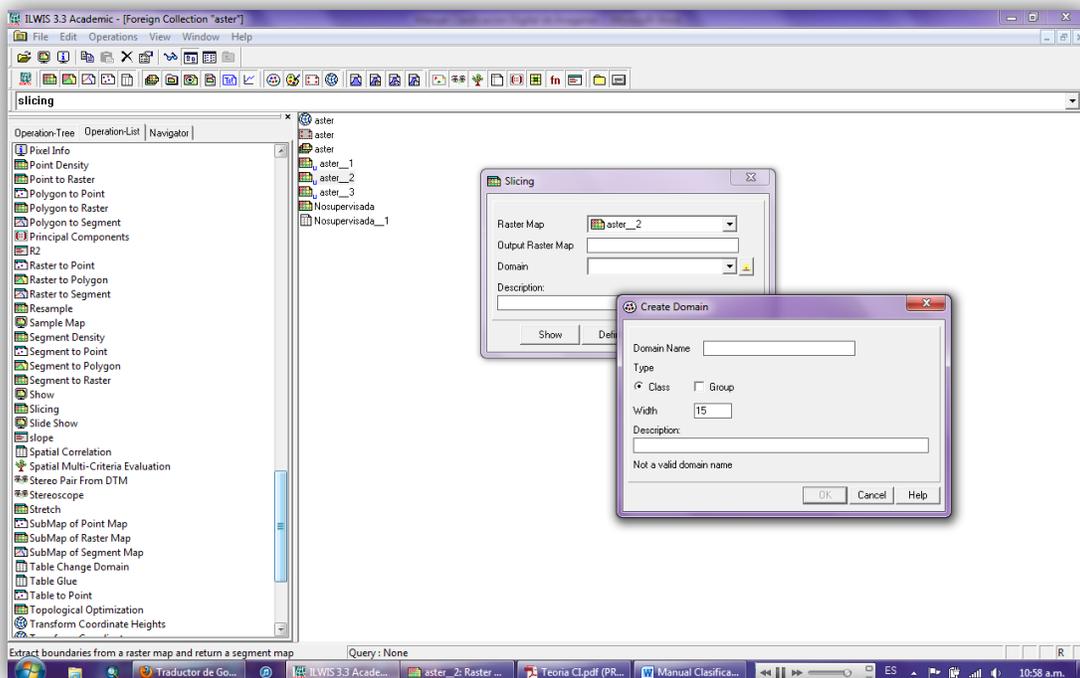
Cierre el editor de la representación y haga clic en ok en el cuadro de dialogo *Display Options*, y a continuación tendrá la representación equivalente a cada valor asignado y los usos indicados en la Tabla 1.



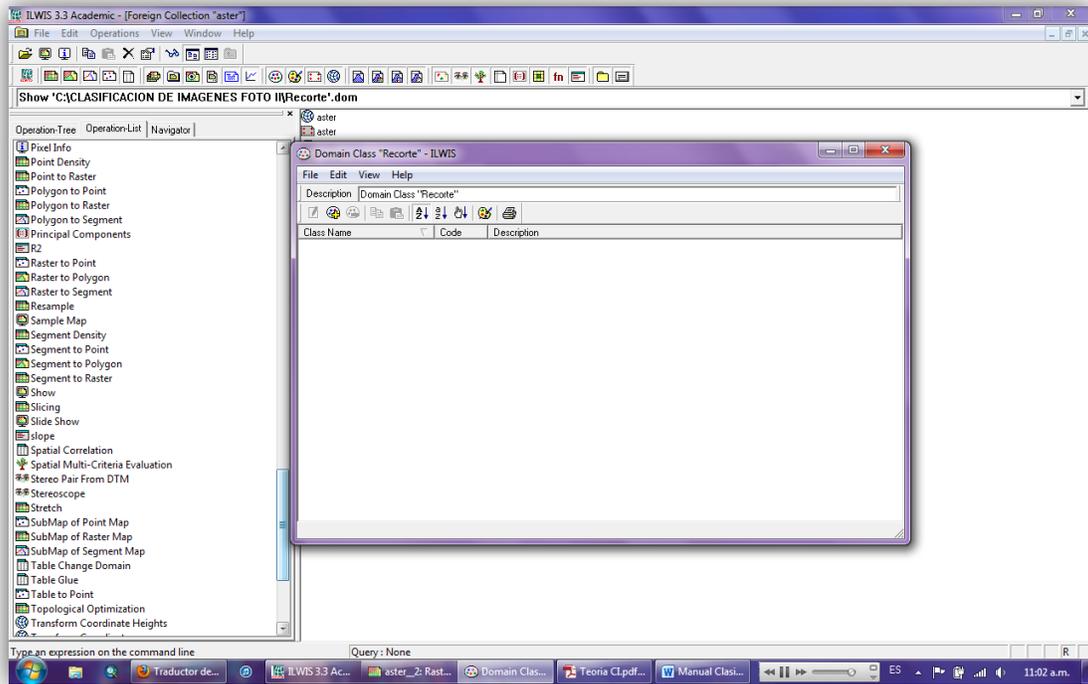
Ahora se realizara la clasificación usando la operación *Slicing* (Cortar) para lo cual, haga doble clic en la operación *Slicing* en el listado de operaciones y este se abrirá.



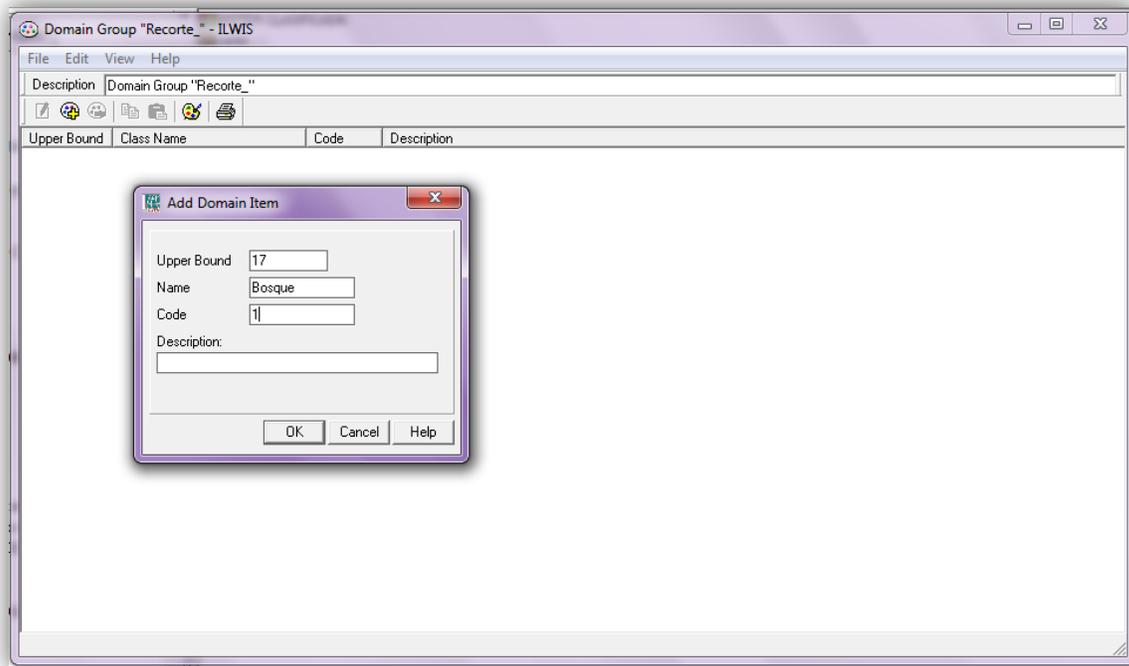
En la lista de cuadro *Raster Map*, seleccione **aster\_2** y escriba Slices (recortes) en el recuadro *Output Raster Map*, en la opción *Domain* se creará un Dominio, haciendo clic en la opción *Create Domain*.



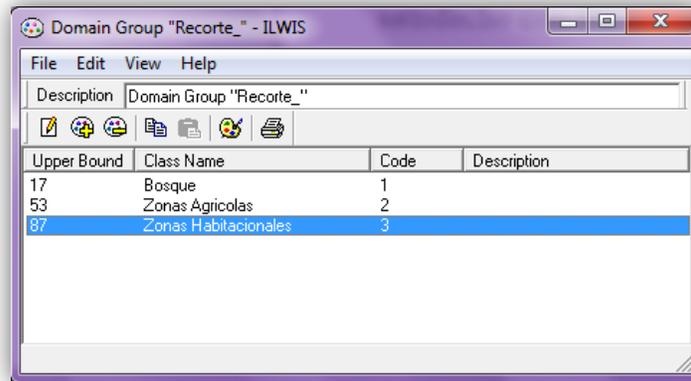
El nuevo dominio se llamara *Recorte* y será de tipo *Class* y *Group*, hacer clic en Ok, el cuadro de dialogo es abierto.



Hacer clic en la opción *Add Domain Item*  y escriba el valor de la Tabla 1 en el cuadro de texto de *Upper Bound*, escriba Bosque en el cuadro de texto *name*, escriba un código al mismo, la descripción es opcional.

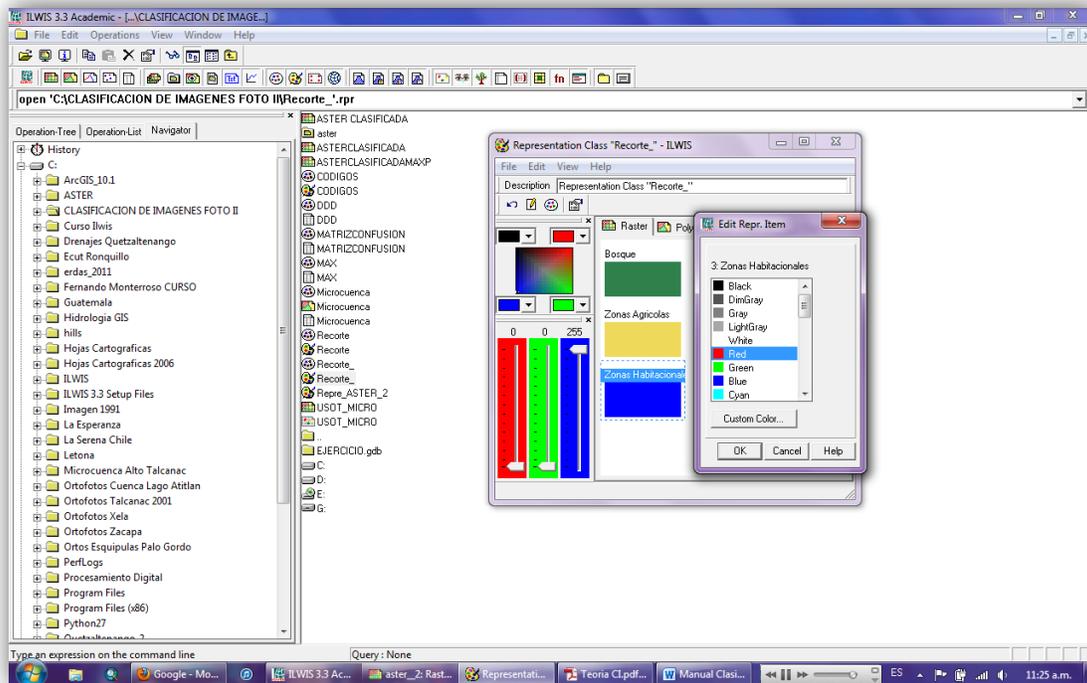


Presione la tecla insertar e introduzca los otros valores correspondientes al límite superior y el nombre correspondiente.

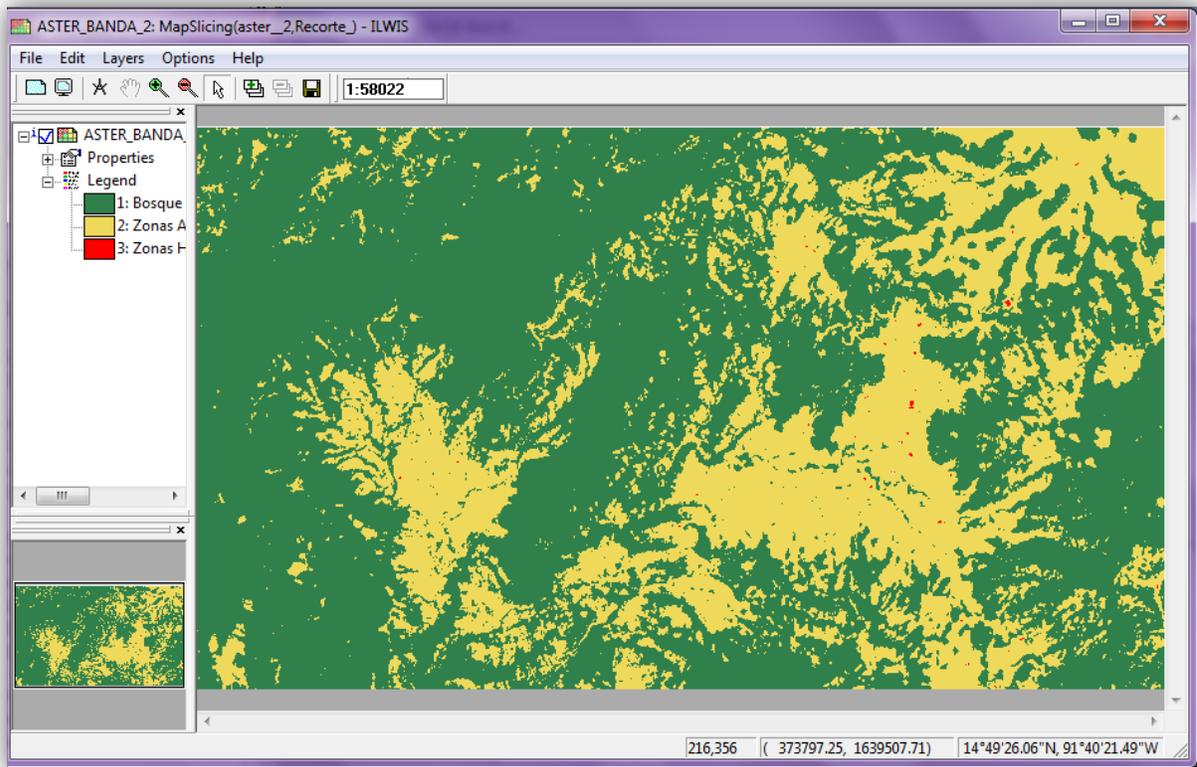


Cierre el dominio recorte y haga clic en show en la operación *Slicing*.

Haga clic en la representación y asigne colores correspondientes para cada representación de uso de la tierra.



Y Visualice el área resultante.



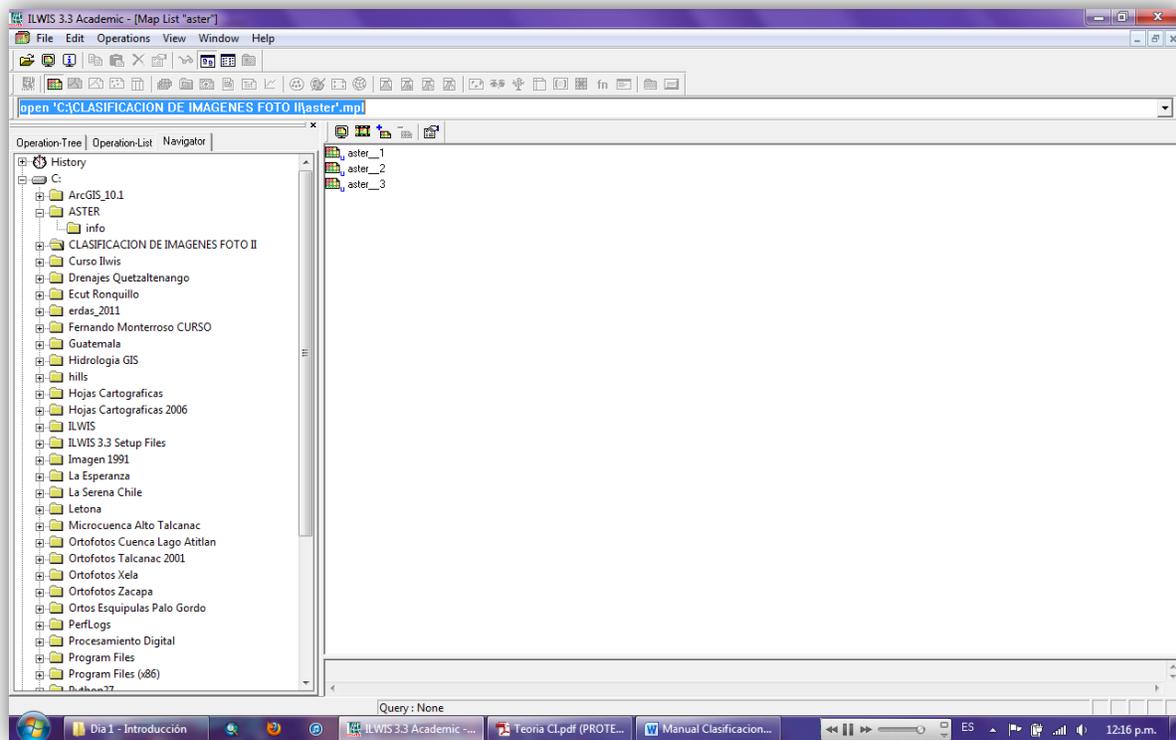
Si usted no está satisfecho con los resultados, realice el mismo procedimiento de nuevo con una nueva serie de límites o editando los cortes, entre más límites descriptivos y cortes agregue, serán mejores los resultados, por si tiene alguna duda sobre alguna aplicación diríjase al Icono *Help* para obtener más información en los Objetos para clasificación de supervisada de imágenes.

# Clasificación de Imágenes Multiespectrales

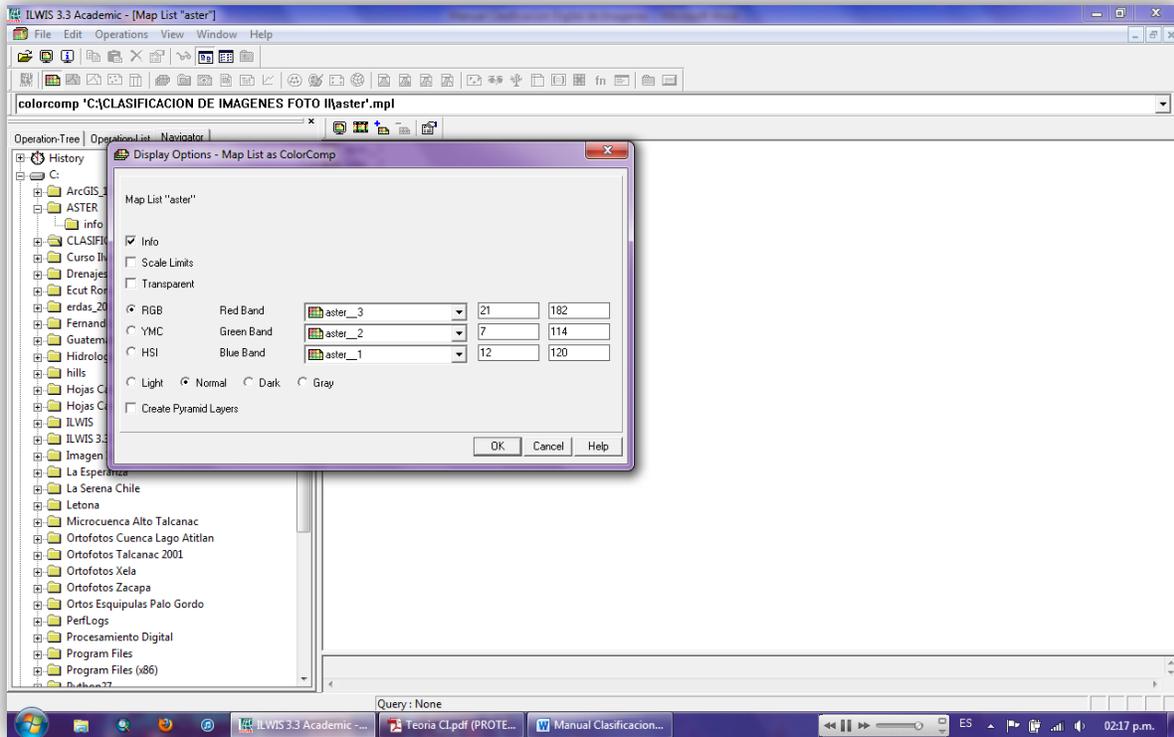
La clasificación de imágenes Multi-espectrales es utilizada para la extracción de información temática de imágenes de satélite de una forma semiautomática utilizando diferentes bandas multiespectrales (3 en adelante).

El proceso de clasificación supervisada de imágenes utilizando imágenes multiespectrales se dividen en dos fases: una fase de entrenamiento que es el proceso en donde el usuario se encarga de recorrer toda la imagen asignándole un valor significativo a cada pixel a los que pertenecen por clase en esta imágenes, seguida de la fase de toma de decisiones, donde el equipo asigna una etiqueta de clase a todos los pixeles, buscando que cada pixel sea lo más similar posible a la respectiva clase en el entrenamiento.

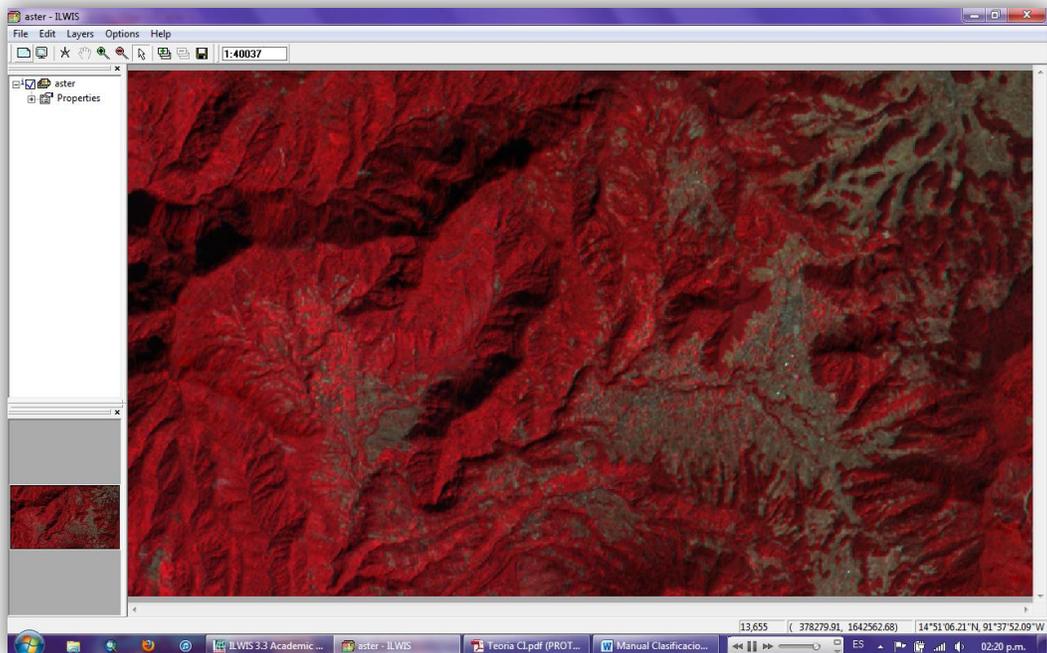
Para el siguiente ejercicio se utilizara el set de imágenes **aster**. La cual está compuesta de 3 bandas.



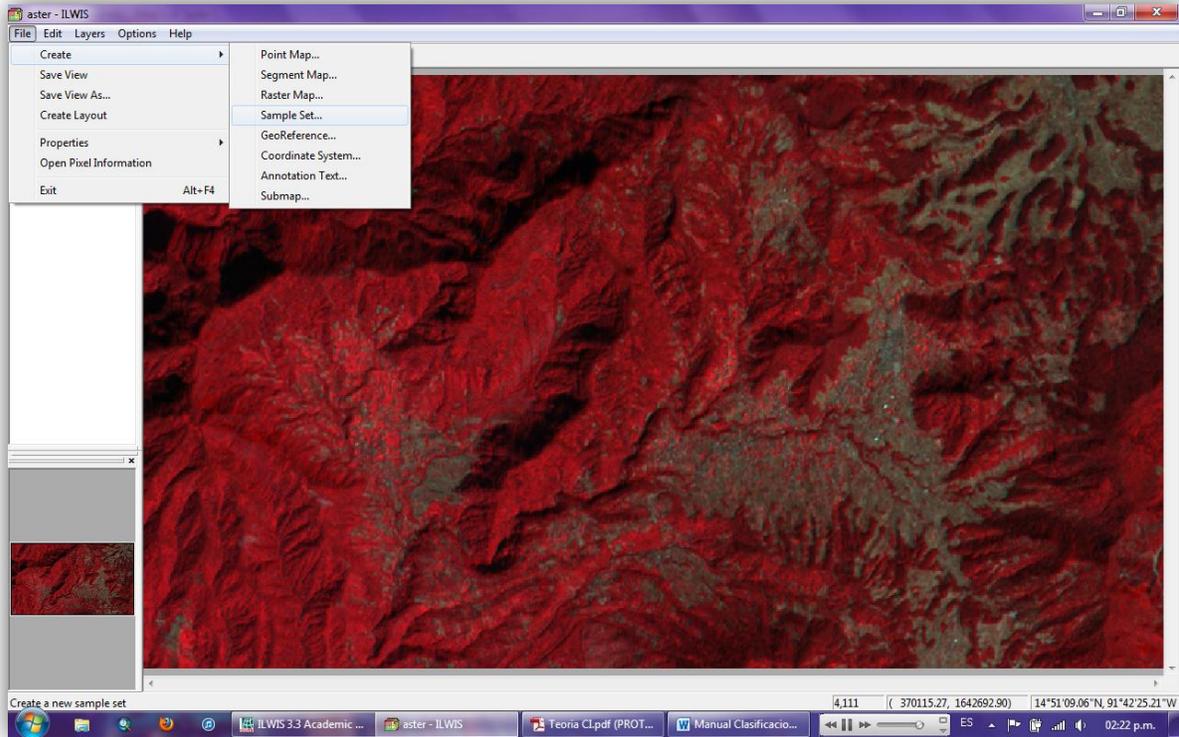
Visualice el grupo de bandas mediante una composición de color haciendo clic en el icono *Open As color Composite*



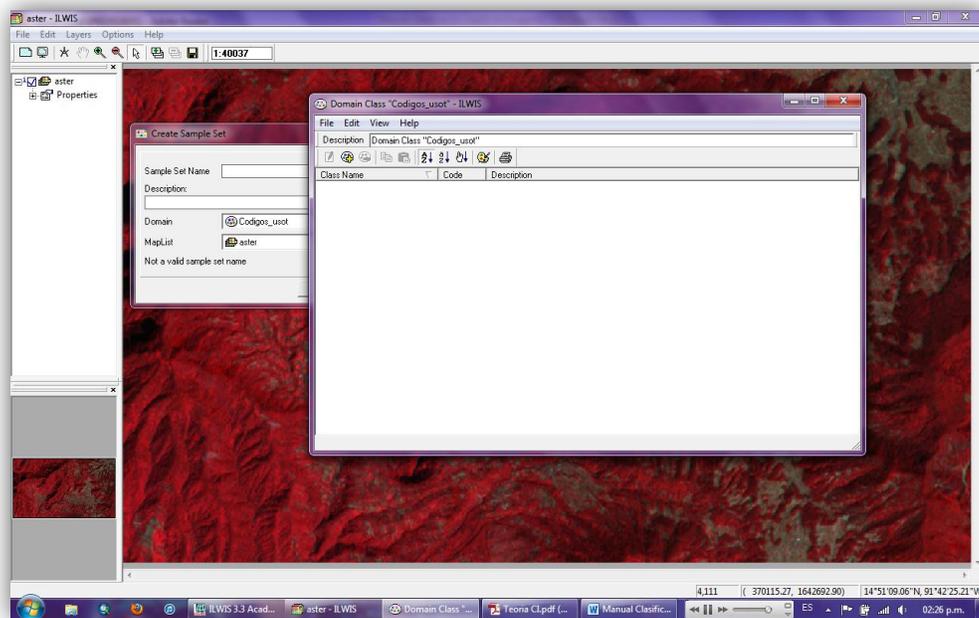
Haga clic en Ok con esa composición de bandas por defecto y se mostrara la siguiente imagen.



Haga clic en *File* en la barra de herramientas, seleccione *Create* y diríjase a *Sample Set* como se muestra en la siguiente imagen.



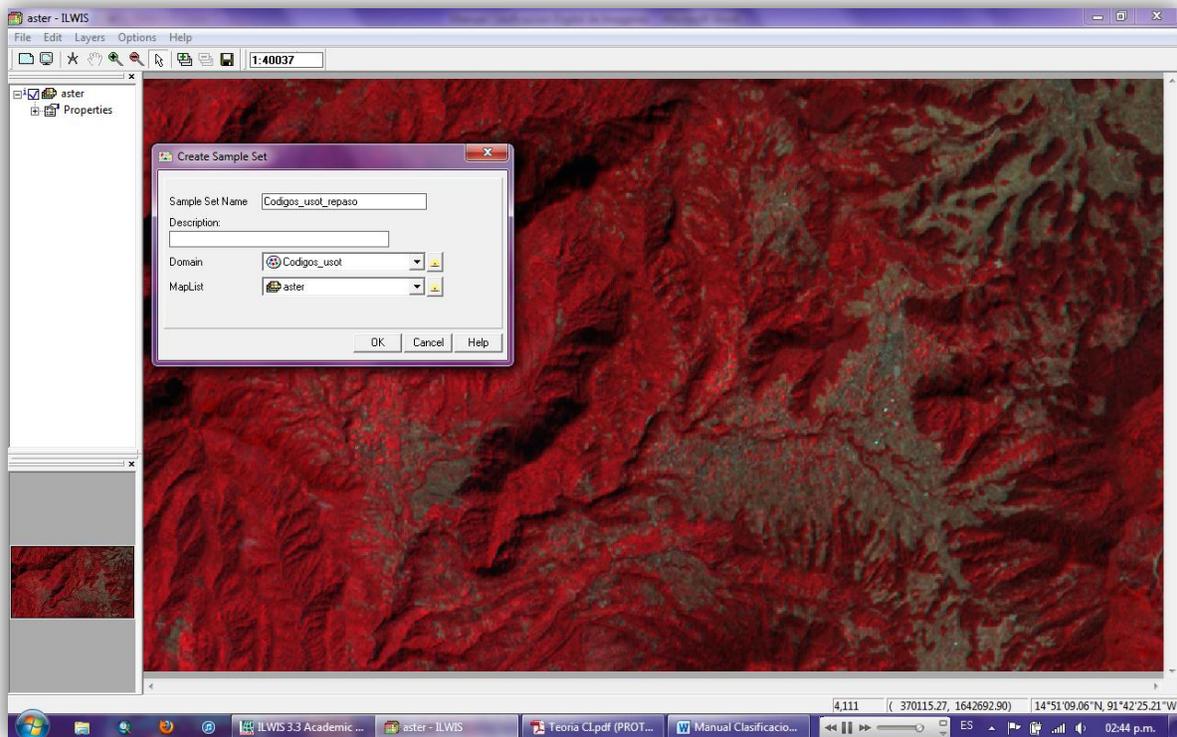
Cuando se habrá el cuadro de dialogo de *Simple Set* asígnele un nombre respectivo, posterior a lo anterior cree un nuevo domino tipo *class* con el nombre *códigos\_usot* y haga clic en *ok*, se mostrara la siguiente ventana.



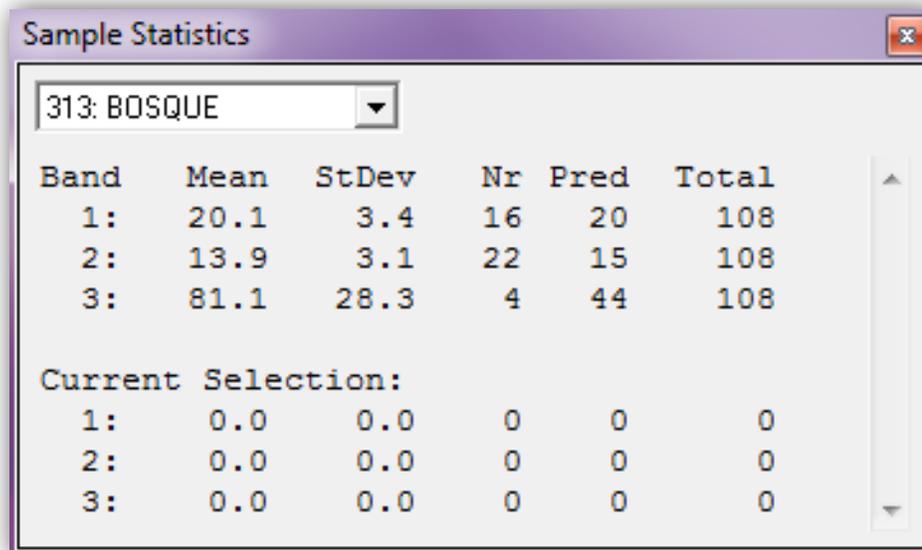
Agregué los dominios respectivos que usted desee identificar en el área de entrenamiento, para el ejercicio se agregaran bosques (313), zonas agrícolas (213), zonas urbanas (111), usted puede agregar los que crea convenientes, según el conocimiento del área de trabajo en la zona de entrenamiento.

**Nota:** Es muy importante que previo a la fase de entrenamiento se realicen recorridos de campo en la zona de estudio mediante toma de puntos por medio del uso de tecnologías GPS (Sistema de Posicionamiento Global), debido a que este proceso facilitara aún más la asignación de valores a cada pixel mediante el conocimiento de su posición geográfica en el entorno de trabajo proporcionando al clasificador la ubicación de zonas según el uso de la tierra identificado.

Cierre el dominio creado y deje el valor del *map list* por defecto (este ya contiene el conjunto de imágenes que se va a utilizar).



Haga clic en ok y a continuación le mostrara la siguiente ventana dentro de la zona de entrenamiento.



The screenshot shows a window titled 'Sample Statistics' with a dropdown menu set to '313: BOSQUE'. Below the menu is a table with six columns: Band, Mean, StDev, Nr, Pred, and Total. The table contains three rows of data for bands 1, 2, and 3. Below the table is a section titled 'Current Selection:' with three rows of data, all showing zeros.

| Band | Mean | StDev | Nr | Pred | Total |
|------|------|-------|----|------|-------|
| 1:   | 20.1 | 3.4   | 16 | 20   | 108   |
| 2:   | 13.9 | 3.1   | 22 | 15   | 108   |
| 3:   | 81.1 | 28.3  | 4  | 44   | 108   |

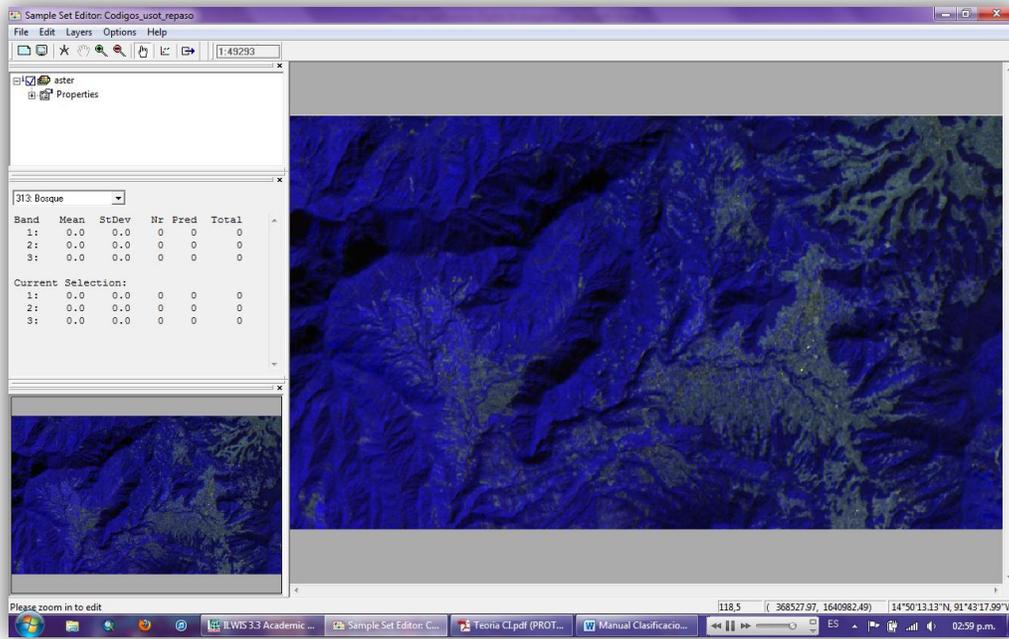
| Current Selection: |     |     |   |   |   |
|--------------------|-----|-----|---|---|---|
| 1:                 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:                 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:                 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 |

La ventana *Sample Statistics* contiene los códigos y nombres de la clase seleccionada al igual que el número de bandas. Las estadísticas que se muestran a continuación corresponden a una clase dada.

- Conjugación de Bandas (Band)
- Media del valor de los Pixeles (Mean)
- Desviación estándar de los pixeles (StDev)
- El número de pixeles que tienen el valor predominante (Nr)
- El valor de pixel predominante (Pred)
- El número total de pixeles seleccionados (Total)

Para tener una mejora en los resultados usted puede combinar las bandas 1,2,3 con el objetivo de tener una mejor representatividad en su zona de entrenamiento.

Haga clic en *Display Options* de la imagen cambie el orden de las bandas a: aster\_1, aster\_2, aster\_3 y note ahora la nueva representación.



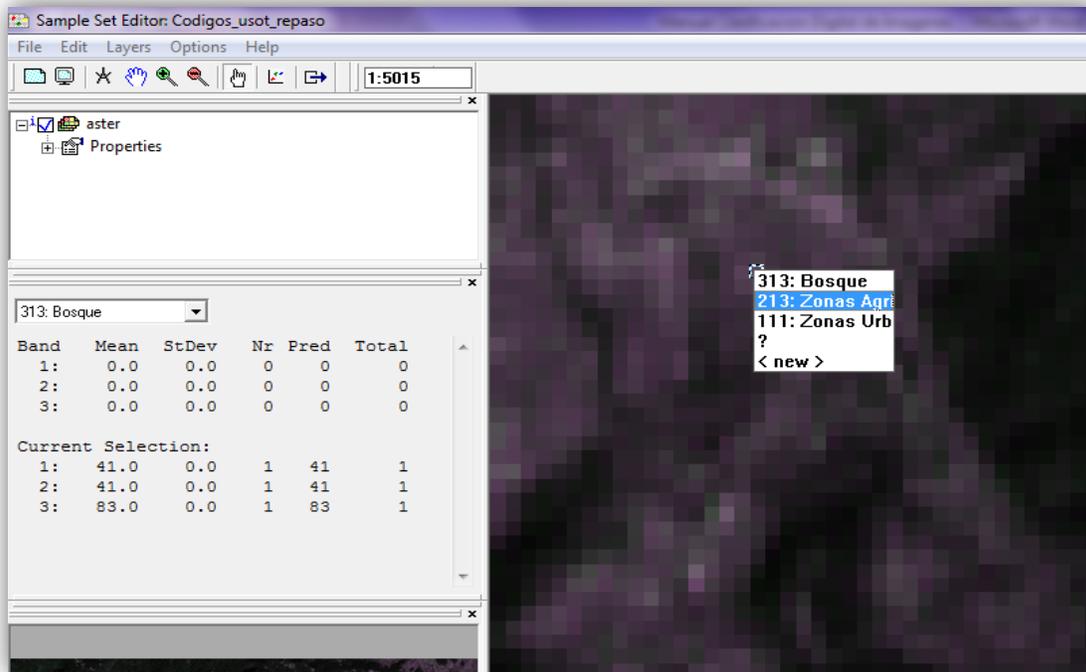
Usted puede realizar distintas combinaciones (27 combinaciones) en las bandas con el objetivo de obtener una mejor representatividad en la zona y visualizar en manera más acertada los distintos usos de la tierra.

En la siguiente tabla se representan las distintas combinaciones que usted puede utilizar para visualizar de mejor manera esta imagen multispectral.

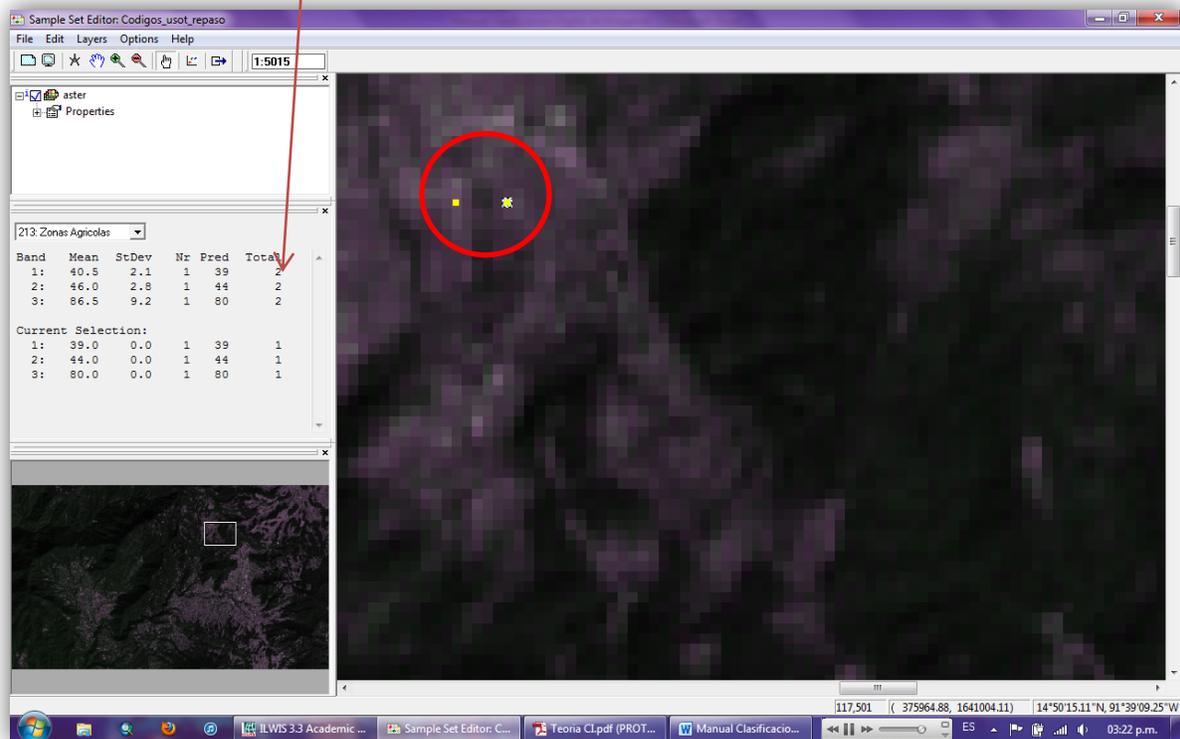
**Tabla 2**  
**Combinación de Bandas para una mejor representación en el proceso de Clasificación de imágenes**

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1-2-3 | 1-1-3 | 2-2-3 | 3-3-2 | 1-1-1 |
| 1-3-2 | 1-3-1 | 2-3-2 | 3-2-3 | 2-2-2 |
| 2-1-3 | 3-1-1 | 3-2-2 | 2-3-3 | 3-3-3 |
| 2-3-1 | 1-1-2 | 2-2-1 | 3-3-1 |       |
| 3-1-2 | 1-2-1 | 2-1-2 | 3-1-3 |       |
| 3-2-1 | 2-1-1 | 1-2-2 | 1-3-3 |       |

En el área de entrenamiento diríjase a una zona de la imagen, haga clic en el icono normal (manita) ubicado a la par del *zoom out*. Haga doble clic con el icono en el cursor sobre algún pixel y asígnele el uso de la tierra según el dominio creado con anterioridad.



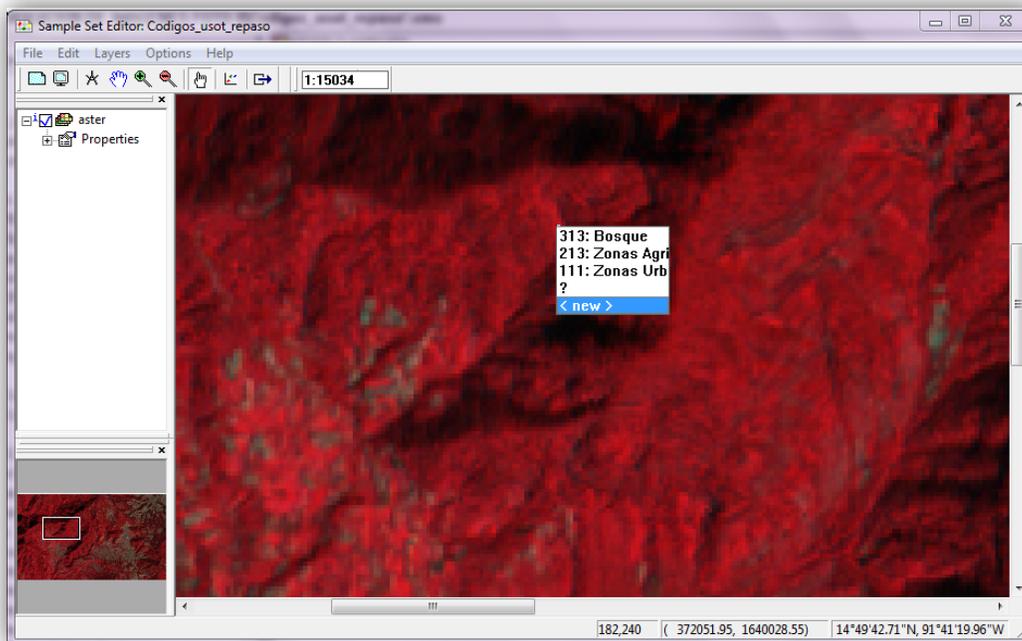
Nótese que ha aparecido un pixel con el color correspondiente según su representación, que en el caso se asignó *zonas agrícolas*, notese que el valor total de clases asignadas a *zonas agrícolas ahora son dos*.



Repita este proceso de muestreo para asignar el mayor número de clases dentro de la imagen, y luego continúe muestreando las otras clases de coberturas de la tierra, eso generara al final una mejora en los resultados al final, se recomienda hacer distintas combinaciones de bandas para obtener una mejor representatividad de los usos de la tierra.

**Nota:** Si en algún momento el clasificador asigna valores erróneos dentro del área de trabajo, es decir, el asignar valor a un uso de la tierra mal identificado, únicamente se debe de volver a ponderar el pixel mal identificado por el uso de la tierra que realmente corresponde.

Si alguna clase de cobertura no ha sido definida todavía y por lo tanto no aparece en la lista de clases, una nueva clase puede ser creada al hacer clic en la lista de usos asignados.

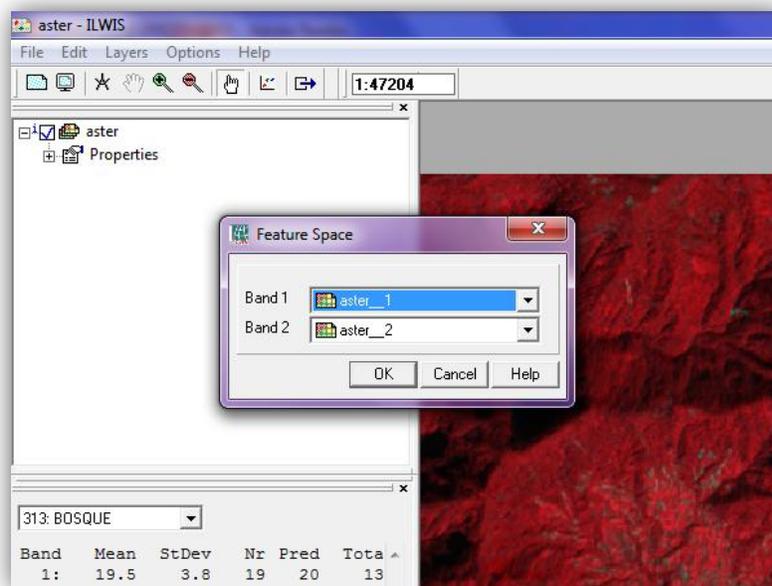


**Nota:** Para asignar varios pixeles de entrenamiento, puede seleccionar rectángulos si soltar el botón izquierdo del rato o puede también mantener presionada la tecla Ctrl

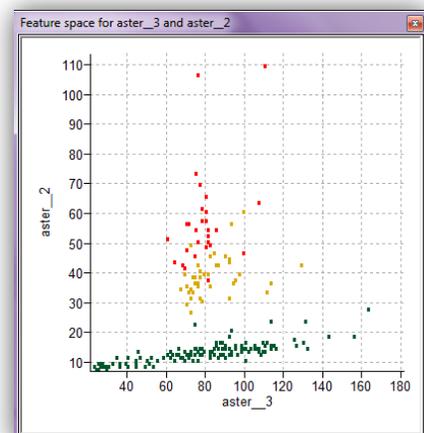
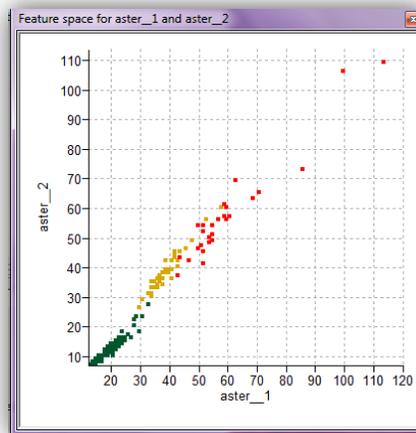
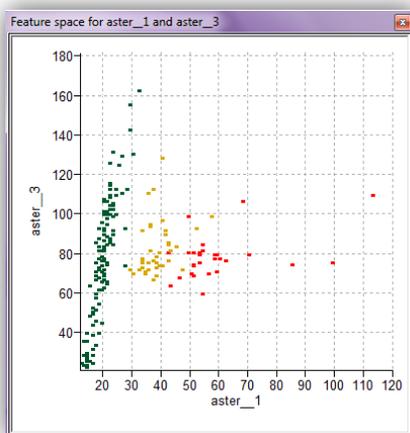
## Espacios Característicos (Feature Spaces)

El espacio característico es un gráfico donde los valores asignados en una banda son graficados contra los de otra banda para ver el espacio entre clases y la forma en cómo se realizó la asignación de valores para cada una de las clases, se debe de tener en cuenta que entre más distantes estén, se obtendrá una mejora en los resultados esperados, esto debido a que no existió una confusión entre dos clases asignadas.

Para visualizar el espacio característico (*Feature Spaces*) hacer clic en el icono *Feature Spaces* ubicado en las herramientas de la edición del *Sample Set*.



Para este caso utilizamos las bandas **aster\_1** y **aster\_2**, pruebe otras combinaciones de bandas para que sean visualizadas.



Se cierra el *Sample Set* solamente si las gráficas muestran representaciones distantes una con otra, caso contrario se recomienda reasignar valores al área de entrenamiento en donde exista confusión.

Una vez que termine el muestreo, cierre todas las ventanas y regrese a la ventana principal del ILWIS.

## Tipos de Clasificación

Es la tarea de decidir cuál algoritmo se empleará para fragmentar el espacio característico, de acuerdo a nuestras muestras de entrenamiento. Para cada característica posible en el espacio característico, el programa debe decidir a cuál de las muestras de entrenamiento de un vector determinado es más similar. Después de eso, el programa realiza un mapa de salida, donde cada píxel de la imagen se le asigna una etiqueta de clase, según la división del espacio característico.

Algunos algoritmos son capaces de decidir que los vectores característicos en algunas partes del espacio característico no son similares a ninguna de las clases entrenadas. Estos algoritmos, asignan a los píxeles de la imagen de la etiqueta de clase "Desconocido". En caso de que la superficie efectivamente contiene las clases que no se incluyeron en la fase de entrenamiento, el resultado "desconocido" es probablemente más realista que hacer una adivinación en el área de trabajo.

Las cuatro técnicas estándar para clasificar una imagen en ILWIS son:

- El clasificador de caja (box classifier).
- El clasificador de distancia mínima (Minimum Distance classifier).
- El Clasificador de la Distancia mínima Mahalanobis (Mahalanobis Distance classifier).
- El Clasificador Gaussiano de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood classifier).

**Clasificador de caja:** Es el método más sencillo de clasificación: En el espacio 2-D, rectángulos se crean en torno a las características muestreadas de cada clase, en 3-D son en realidad cajas (bloques). La posición y el tamaño de las cajas pueden ser "exactamente en torno" los vectores característicos (método de Min-Max), o de acuerdo a la media del vector (esta será el centro de una caja) y las desviaciones estándar del vector característico, calculado por separado por característica (esto determina el tamaño de la caja en esa dimensión). En ambos casos, el usuario puede cambiar el tamaño introduciendo un "factor de multiplicación". En algunas partes del espacio característico donde se superponen las cajas, es habitual dar prioridad a la caja más pequeña. Los vectores característicos en la imagen que quedan fuera serán "desconocidos".

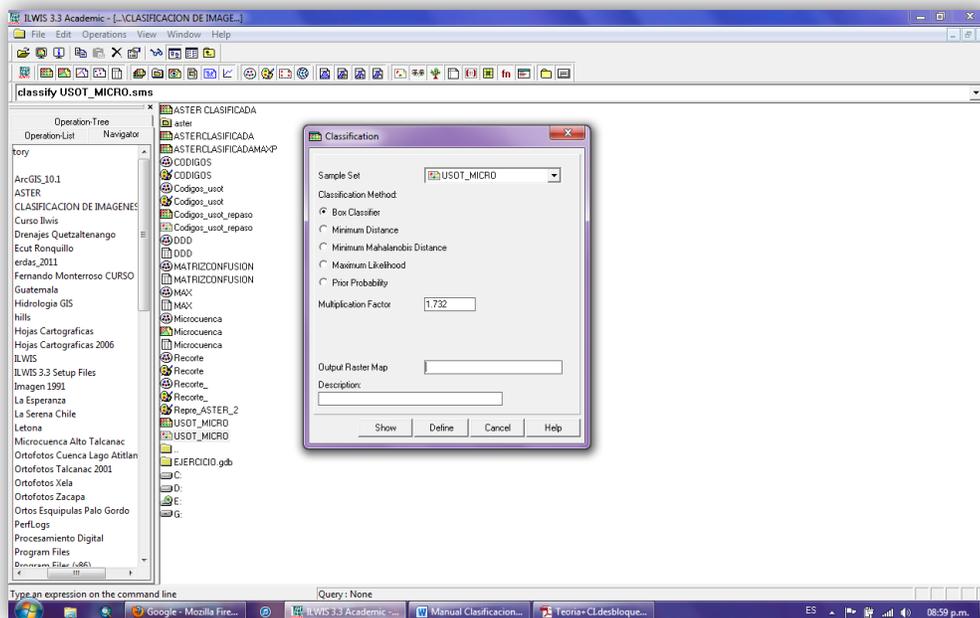
**La distancia mínima a la media del clasificador:** En primer lugar para cada clase calcula la media del vector característico entrenado. Entonces, el espacio característico es dividido por dar a cada vector característico la etiqueta de media de la clase del vector más cercano, según métricas Euclidianas. Por lo general, es posible especificar un umbral de distancia máxima: si la media más cercana está todavía más lejos que ese umbral, se supone que ninguna de las clases es bastante similar y el resultado será "desconocido".

**Clasificador de la distancia mínima Mahalanobis:** Para los valores espectrales de un píxel que se clasificara, las distancias hacia el medio de clase se calculan como distancias Mahalanobis. La distancia Mahalanobis depende de la distancia hacia la media y la matriz de varianza-covarianza de cada clase. El nombre de la clase con la menor distancia Mahalanobis se le asigna, si esta distancia es menor que la definida por el usuario, el valor umbral. Si no, el valor asignado será indefinido.

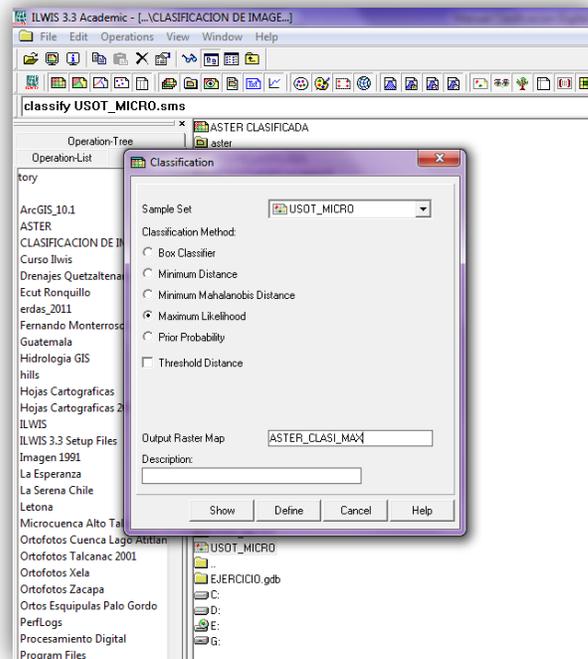
**Clasificador Gaussiano de máxima verosimilitud:** Supone que los vectores característicos de cada clase son (estadísticamente) distribuidos de acuerdo a una "función de densidad de probabilidad normal multivariante". Las muestras de entrenamiento se utilizan para estimar los parámetros de las distribuciones. Los límites entre las diferentes particiones en el espacio característico son colocados donde se presentan cambios de una clase a otra. Se llaman límites de decisión.

En este ejercicio, los diferentes tipos de cobertura terrestre en la zona se detectaron mediante la aplicación de una clasificación supervisada, utilizando la muestra establecida. El resultado será un mapa con el tipo de dominio clase que representan las unidades de la cubierta terrestre en la zona.

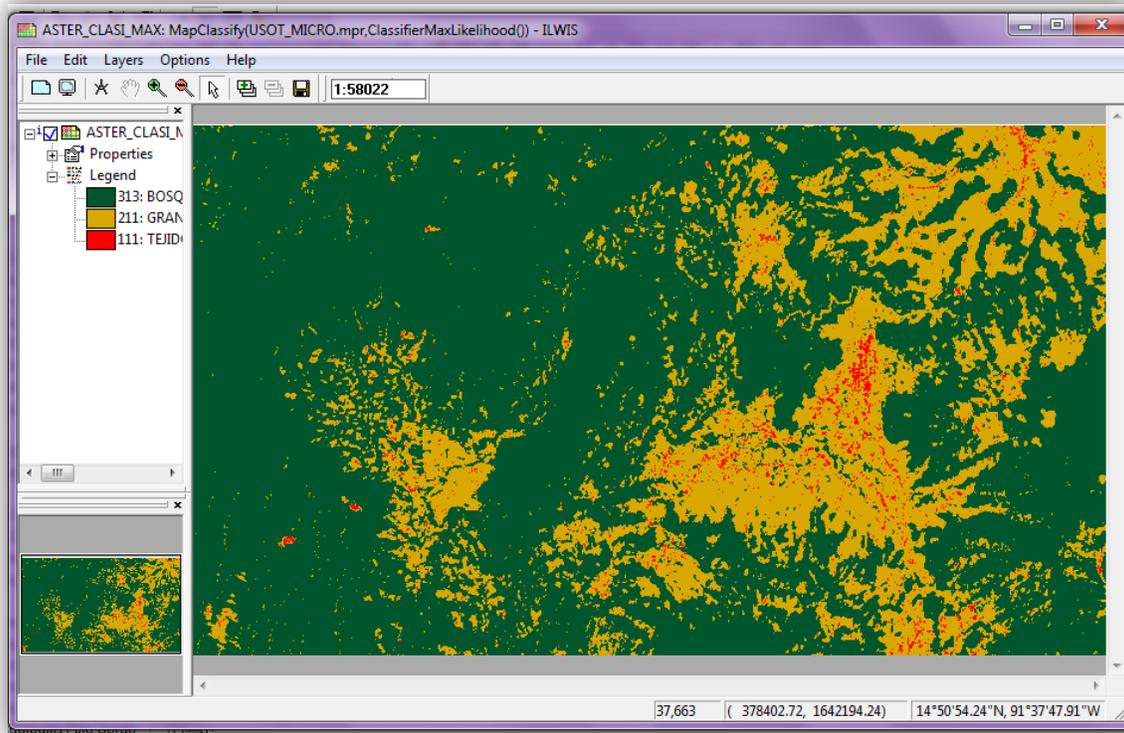
Para generar los resultados finales del presente ejercicio, se debe de hacer clic derecho en el archivo *Sample set*, USOT\_MICRO (el cual contiene las clases asignadas y la valorización para cada píxel) y seleccionar *Classify*.



Para esta ocasión generaremos una clasificación tipo *Maximum Likelihood classifier*



Haz clic en *show* y se muestra el siguiente resultado.



La vista anterior solamente es el resultado al método de clasificación Gaussiano de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood classifier). Se sugiere que como repaso visualice las demás metodologías de Clasificación de imagen con el objetivo de visualizar la diferencias en cuanto a los resultados.

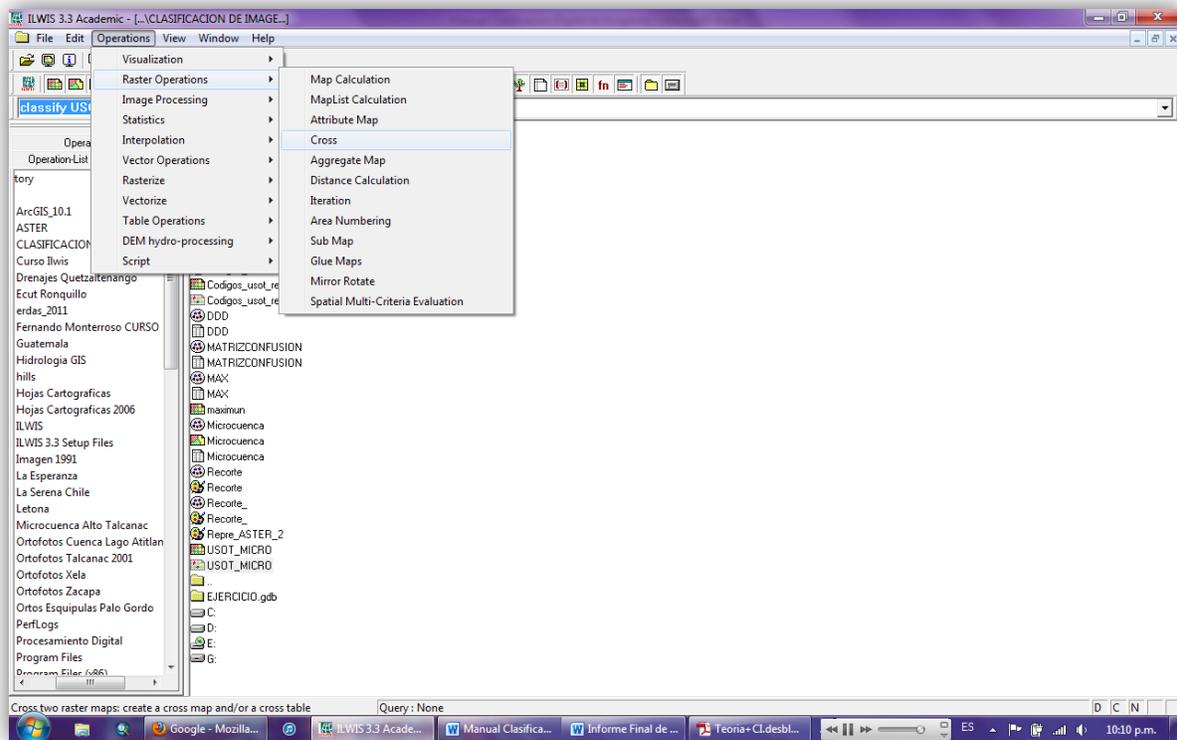
## Evaluación de los resultados de la clasificación

Para evaluar la precisión de una clasificación de imágenes, se realiza mediante la creación de una matriz de confusión. En una matriz de confusión, los resultados de la clasificación se comparan con la información adicional con la realidad del terreno. La fuerza de una matriz de confusión es que identifica la naturaleza de los errores de clasificación, así como sus cantidades.

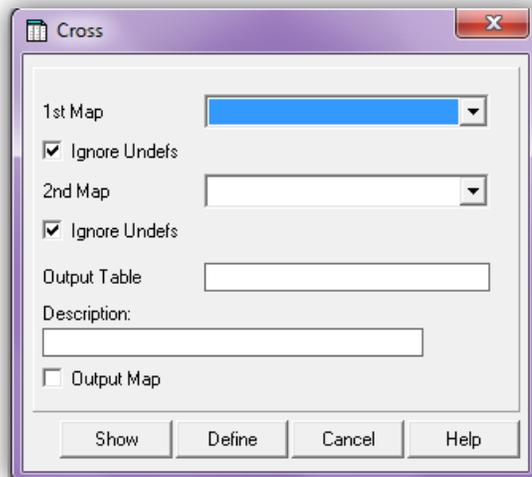
Para obtener una matriz de confusión se ejemplificara el siguiente proceso para la Imagen Satelital aster correspondiente al año ejercicio de trabajo anterior:

Del mapa raster de la clasificación de imágenes disponible se debe de comprobar las propiedades de la imagen clasificada, para generar la matriz de confusión, en primer lugar se debe de utilizar la herramienta Cross con su mapa terrestre real y la imagen clasificada para obtener una matriz con los valores generados mediante el proceso de clasificación anterior.

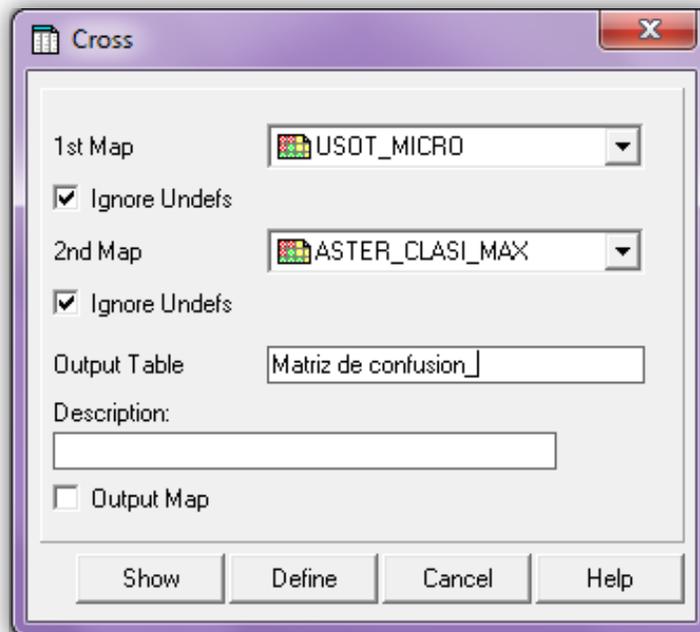
Para realizar el Cross Operation, hacer clic en cuadro de herramientas *Operations*, luego hacer clic en *Raster Operations* y elegir la opción *Cross*, esto se presenta en la siguiente ventana.



Al hacer el procedimiento anterior se abre la siguiente ventana de dialogo.



Para el primer mapa seleccione el mapa de prueba (muestras tomadas según uso de la tierra y codificación mediante el dominio), para el segundo mapa seleccione la imagen clasificada, en el espacio *Output Table*, se escribe el nombre que va tendrá la matriz generada, este proceso se presenta en la siguiente imagen.



Al hacer clic en show se visualizará la siguiente matriz de datos.

|           | USOT_MICRO     | ASTER_CLASI_MAX | NPix  | Area    |
|-----------|----------------|-----------------|-------|---------|
| 313 * 313 | BOSQUE         | BOSQUE          | 12397 | 2789925 |
| 313 * 211 | BOSQUE         | GRANOS BASICOS  | 64    | 14400   |
| 313 * 111 | BOSQUE         | TEJIDO URBANO   | 14    | 3150    |
| 211 * 313 | GRANOS BASICOS | BOSQUE          | 77    | 17325   |
| 211 * 211 | GRANOS BASICOS | GRANOS BASICOS  | 508   | 114300  |
| 211 * 111 | GRANOS BASICOS | TEJIDO URBANO   | 47    | 10575   |
| 111 * 313 | TEJIDO URBANO  | BOSQUE          | 1     | 225     |
| 111 * 211 | TEJIDO URBANO  | GRANOS BASICOS  | 38    | 8550    |
| 111 * 111 | TEJIDO URBANO  | TEJIDO URBANO   | 154   | 34650   |
| Min       |                |                 | 1     | 225     |
| Max       |                |                 | 12397 | 2789925 |
| Avg       |                |                 | 1478  | 332500  |
| Std       |                |                 | 4098  | 921974  |
| Sum       |                |                 | 13300 | 2992500 |

En la ventana de tabla que muestra la tabla de cruce, abra el menú Ver y seleccione Matriz de confusión, el cuadro de diálogo Matriz de confusión es abierto, acepte los valores por defecto y se mostrará la siguiente matriz de datos.

Average Accuracy = 86.52 %  
 Average Reliability = 84.76 %  
 Overall Accuracy = 98.19 %

|                | BOSQUE | GRANOS BASICOS | TEJIDO URBANO | UNCLASSIFIED | ACCURACY |
|----------------|--------|----------------|---------------|--------------|----------|
| BOSQUE         | 12397  | 64             | 14            | 0            | 0.99     |
| GRANOS BASICOS | 77     | 508            | 47            | 0            | 0.80     |
| TEJIDO URBANO  | 1      | 38             | 154           | 0            | 0.80     |
| RELIABILITY    | 0.99   | 0.83           | 0.72          |              |          |

Al hacer clic en Aceptar, se muestra la matriz de confusión en una ventana de matriz. En la siguiente imagen se puede apreciar a detalle los resultados en cuanto a la La Precisión media, Fiabilidad media y Precisión general referidos al proceso de clasificación de imágenes correspondientes a la imagen **aster** que se ha venido trabajando en todo el tutorial.

Interpretando los resultados de la imagen aster trabajada en este ejercicio se deduce lo siguiente:

UCLASSI representa la columna de clasificación.

ACCURACY representa la columna de la precisión

RELIABILITY representa la columna de la Confiabilidad.

Explicación:

- Las filas corresponden a las clases en el mapa terrestre real, es decir, el conjunto de pruebas y las columnas corresponden a las clases en el resultado de la clasificación.
- Los elementos en diagonal de la matriz representan el número de píxeles clasificados correctamente de cada clase, es decir, el número de píxeles del equipo de prueba con un nombre de clase seguro de que obtiene este mismo nombre de clase durante la clasificación.
- Para la clasificación de la imagen **aster**, 12397 píxeles de "BOSQUE" en la prueba fueron correctamente clasificados como "BOSQUE" en la imagen clasificada, 508 referidos a "GRANOS BASICOS" y 154 referidos a "TEJIDO URBANO".
- Los elementos en no diagonal representan píxeles mal clasificados o los errores de clasificación, es decir, la cantidad de tierra de verdad píxeles que terminaron en otra clase durante la clasificación.
- De lo anterior se deduce que 77 píxeles de "BOSQUES" en la prueba, se clasificaron como "ZONAS AGRICOLAS" y un solo pixel como "TEJIDO URBANO".
- Los elementos de fila no diagonales representan zonas de píxeles de una cierta clase que fueron excluidos de esa clase durante la clasificación. Tales errores son también conocidos como errores de omisión o exclusión.
- Elementos de columna no diagonales representan zonas de píxeles de otras clases que se incluyeron en una clase determinada clasificación. Estos errores también se conocen como errores de comisión o inclusión. Por ejemplo,
- UCLASSIFIED Las cifras de la columna uclassified representan los píxeles del terreno no clasificados en la imagen clasificada.

- **ACCURACY:** Las cifras de la columna Precisión (ACCURACY) presentan la precisión de la clasificación: es la fracción del terreno correctamente clasificado.
- Para cada clase de conjunto de píxeles de prueba (fila), el número de píxeles clasificados correctamente se divide por el número total de píxeles de prueba de esa clase, por ejemplo para la clase "BOSQUES", la exactitud es  $12397/12475 = 0.9937$  lo que significa que aproximadamente un 99% de los "BOSQUES" aparece también como píxeles "BOSQUES" en la imagen clasificada.
- **RELIABILITY:** Representa la fiabilidad de las clases en la imagen clasificada: es la fracción de terreno la verdad correctamente clasificados (o de prueba) píxeles de una cierta clase en la imagen clasificada. Para cada clase de la imagen clasificada (columna), el número de píxeles clasificados correctamente se divide por el número total de píxeles que fueron clasificadas como esta clase. Por ejemplo para la clase "BOSQUE", la fiabilidad es  $12397/12475 = 0.9937$  lo que significa que probablemente el 99% si los píxeles de 'BOSQUE' en la imagen clasificada es correcta respecto a la verdad de tierra en los píxeles.
- La precisión media (Average Accuracy) se calcula como la suma de las cifras de precisión en la columna Precisión dividido por el número de clases en el conjunto de prueba.
- La fiabilidad media (Average Reliability) se calcula como la suma de las cifras de fiabilidad en la columna Fiabilidad dividido por el número de clases en el conjunto de prueba.
- La precisión global (Overall Accuracy) se calcula como la suma de todos los píxeles clasificados correctamente (elementos de la diagonal), dividido por el número total de píxeles de prueba.

Revise el ILWIS *Help* y *How to calculate a confusion matrix* para resolver alguna duda que usted tenga en cuanto al proceso de creación de una Matriz de Confusión.

# Clasificación no supervisada

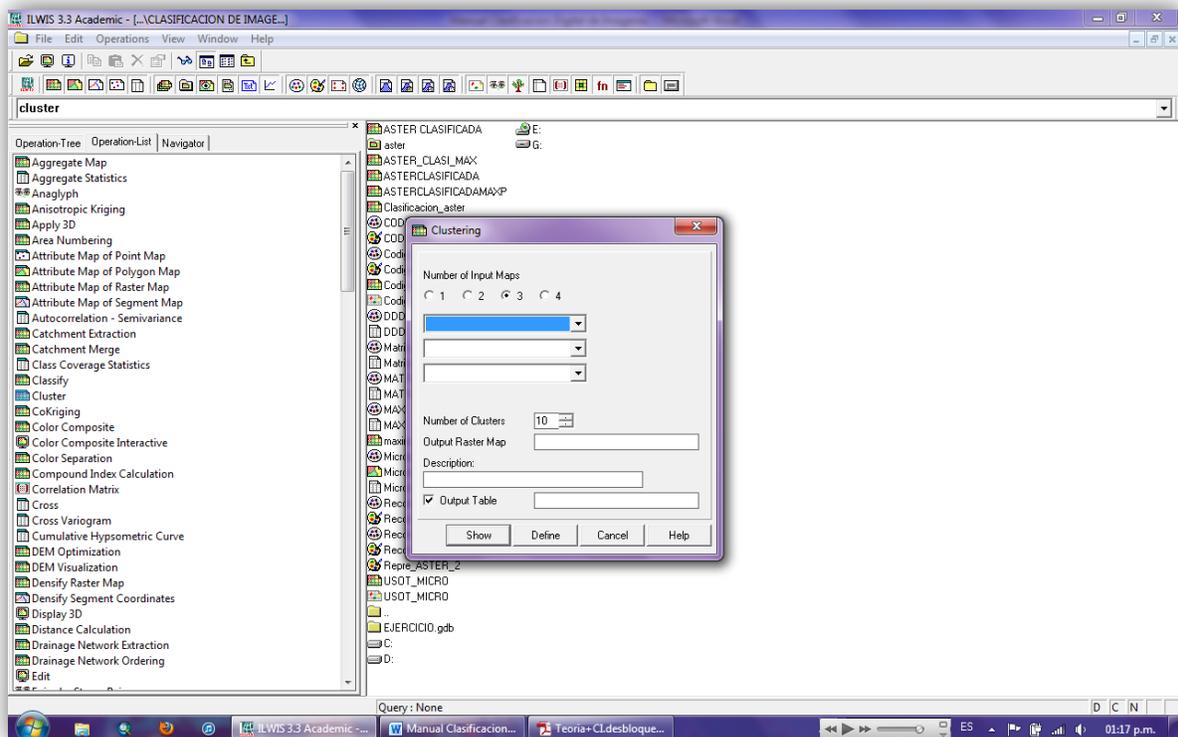
Una manera de realizar una clasificación es parcelar todos los píxeles (todos los vectores característicos) de la imagen en el espacio característico y, a continuación, analizar el mismo agrupando los vectores característicos en agrupaciones (cluster).

En este proceso no hay conocimiento sobre información "temática" como los nombres de clases de cobertura del suelo, Todo lo que podemos hacer, es averiguar que parece haber (por ejemplo) 16 "cosas" diferentes en la imagen y darle los números (1 a 16). Cada "cosa" se llama una clase espectral. El resultado puede ser un mapa raster, en el que cada píxel tiene una clase (de 1 a 16), de acuerdo a la agrupación a la que el vector característico de la imagen pertenece el píxel correspondiente.

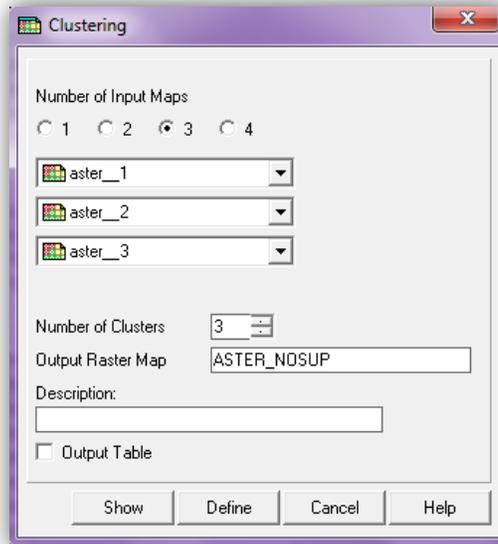
Después de que el proceso haya finalizado, le corresponde al usuario encontrar la relación entre las clases espectrales y temáticas. Es muy posible, que se descubra que una clase temática se divide en varias clases espectrales, o, peor aún, varias clases temáticas terminaron en el mismo grupo.

El proceso de clasificación no supervisada de imágenes para este ejercicio se utilizará la imagen satelital **aster**, la cual se ubica en la carpeta de trabajo, para lo cual se realizará el siguiente proceso.

Sobre la lista de operaciones (*Operation list*) seleccione *Cluster* el cuadro de dialogo de las agrupaciones es abierto.



En *Number of Input Maps* Seleccione el numero 3 el cual es correspondiente al número de bandas en las que se compone la imagen de trabajo, en las listas seleccione aster\_1, aster\_2 y aster\_3, y utiliza el mismo número de clases que cuando desarrollo la clasificación supervisada, (en nuestro caso fueron solamente 3 clases), escriba ASTER\_NOSUPERVI al mapa de salida y desactive la opción *Output Table* y acepte todas las opciones por defecto, el cuadro de dialogo tiene que haber quedado de la siguiente manera.



Haga clic en *Show* y visualice los resultados y compare ambos resultados de clasificación.

## Bibliografía

- Vicens L, 2009. Fuentes y Adquisición de Datos: Lección 9, Clasificación de Imágenes, Programa UNIGIS de Postgrado y Master Internacional a distancia en Sistemas de Información Geográfica, UNIGIS Girona, Universitat de Girona 9ª Edición, 2009, 15 p.
- UMS, 2009, *Practica: Clasificación digital de Imágenes*, Introducción a la Percepción Remota, Centro de levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales, Cochabamba, Bol. Abril 2009, 22 p.