

This document represents a collaborative effort between ERDAS, Inc. and the Universidad Distrital (Bogotá, Colombia) to create the first Spanish translation of key ERDAS manuals to increase usability for ERDAS' Spanish-speaking customers. ERDAS extends its thanks to the Universidad Distrital for its help in this endeavor.

This document has been translated from its original English text; ERDAS does not assume responsibility for any errors during the translation process.



# CAPITULO 6 - RECTIFICACIÓN POLINOMIAL

## **INTRODUCCIÓN**

Rectificación es el proceso de proyectar los datos en un plano de acuerdo con un sistema de proyección cartográfica. La asignación de coordenadas de mapa a una imagen se conoce como georeferenciación. Debido a que todos los sistemas de proyección cartográfica están asociados con coordenadas de mapa, la rectificación incluye la georeferenciación.

---

*El tiempo aproximado para completar esta guía es de 1 hora.*

## RECTIFICACIÓN DE UNA IMAGEN LANDSAT

### Ejecución de una Rectificación de Imagen a Imagen

A través de esta guía usted rectificará una imagen Landsat TM de Atlanta, Georgia, usando una imagen pancromática georeferenciada SPOT de la misma área. La imagen SPOT está rectificadas en la proyección cartográfica State Plane.

Para la rectificación de la imagen de Landsat, usted debe ejecutar los siguientes pasos básicos:

- Desplegar los archivos.
- Ejecutar Geometric Correction Tool.
- Registrar los GCPs.
- Calcular una matriz de transformación.
- Remuestrear o calibrar la imagen.
- Verificar el proceso de rectificación.

### Despliegue de Archivos

Primero, usted desplegará la imagen que va a ser rectificada y la imagen que está georeferenciada.

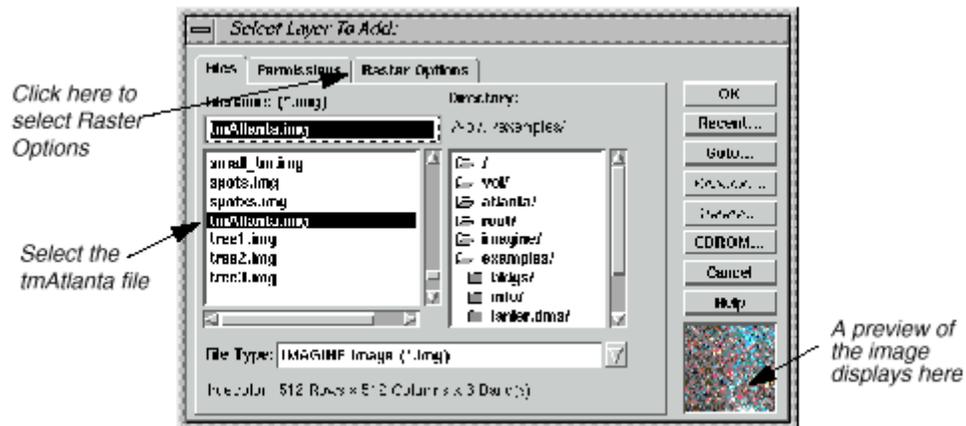
#### Preparación

ERDAS IMAGINE debe estar corriendo y un Viewer debe estar abierto.

1. Haga click en el icono del Viewer sobre el panel de iconos de ERDAS IMAGINE para abrir un segundo Viewer. El segundo Viewer se despliega arriba del primer Viewer.

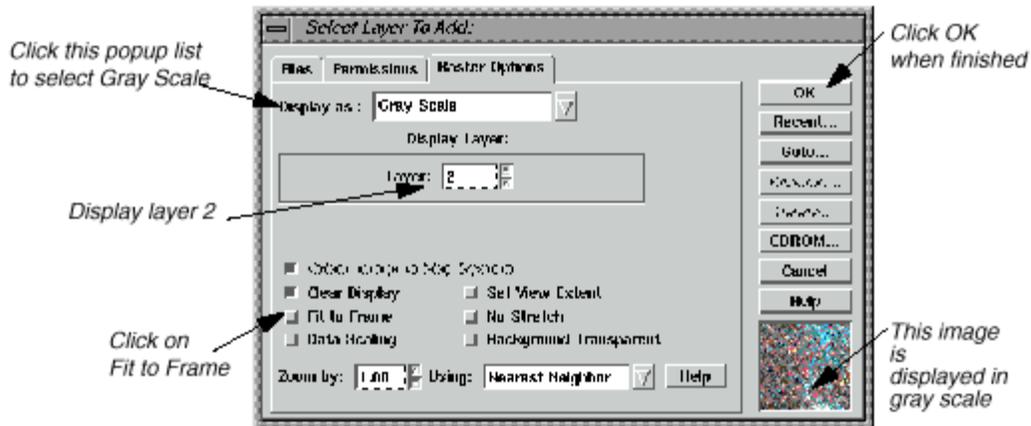


2. En el menú de ERDAS IMAGINE, seleccione **Session/Title Viewers** para que los Viewers estén posicionados uno al lado del otro.
3. En la barra de herramientas del primer Viewer, haga click en el ícono **Open** (o seleccione **File/Open/Raster Layer**). El diálogo **Select Layer To Add** se abre.



En el diálogo Select Layer To Add en **Filename**, haga click sobre el archivo **tmAtlanta.img**. Este archivo es una imagen Landsat TM de Atlanta. Esta imagen no ha sido rectificada.

4. Haga click en **Raster Options** arriba del dialogo.



5. Haga click en la lista de desplegue **Display as** y seleccione **Gray Scale**.

6. Debajo de **Display Layer**, ingrese **2**.

Dependiendo de su aplicación, quizás sea mas fácil seleccionar GCPs de una sola banda de la imagen. La imagen **tmAtlanta.img** se despliega por defecto en **True Color**.

7. Haga click en **Fit to Frame**, así la imagen se verá completa en el Viewer.

8. Haga click en **OK** en el dialogo Select Layer To Add. El archivo **tmAtlanta.img** se despliega en el primer Viewer.

9. En la barra de herramientas del segundo Viewer, haga click en el icono **Open** (o seleccione **File/Open/Raster Layer**). El dialogo **Select Layer To Add** se abre.

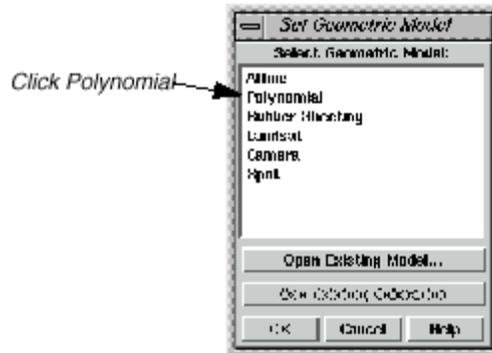
10. En el dialogo Select Layer To Add, haga click en el archivo **panAtlanta.img**. Este archivo es una imagen pancromática SPOT de Atlanta. Esta imagen ha sido georeferenciada en la proyección cartográfica State Plane.

11. Haga click en **OK** en el diálogo Select Layer To Add. El archivo **panAtlanta.img** se despliega en el segundo Viewer.

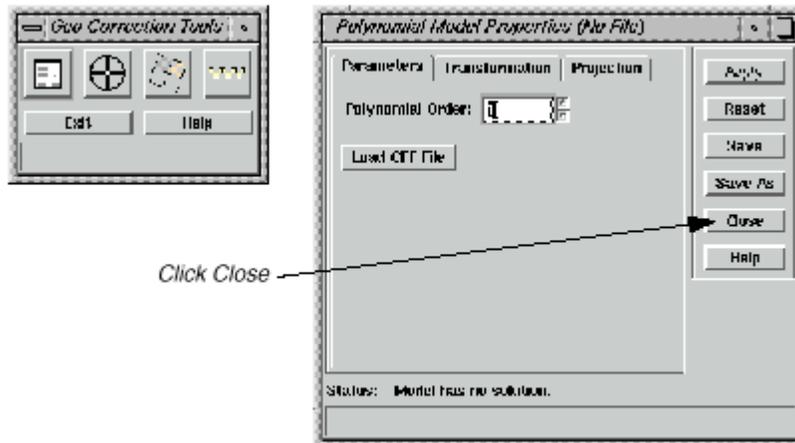
## Inicie la Herramienta GCP Tool

Para comenzar la Herramienta de Corrección Geométrica desde el primer Viewer se despliega el archivo a ser rectificando (**tmAtlanta.img**).

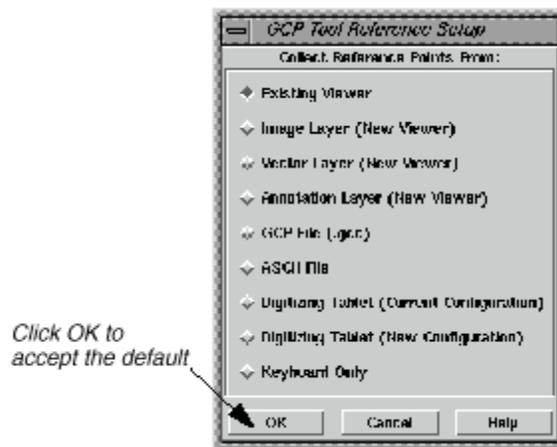
1. Seleccione **Raster/Geometric Correction** del menú del primer Viewer. El dialogo Set Geometric Model se abre.



2. En el dialogo Set Geometric Model, seleccione **Polynomial** y haga click en **OK**. El **Geo Correction Tool** se abre, al lado del dialogo Polinomial Model Properties.



3. Haga click en **Close** en el dialogo Polynomial Model Properties para cerrarlo. Usted seleccionará estos parámetros después. El dialogo GCP Tool Reference Setup se abre.

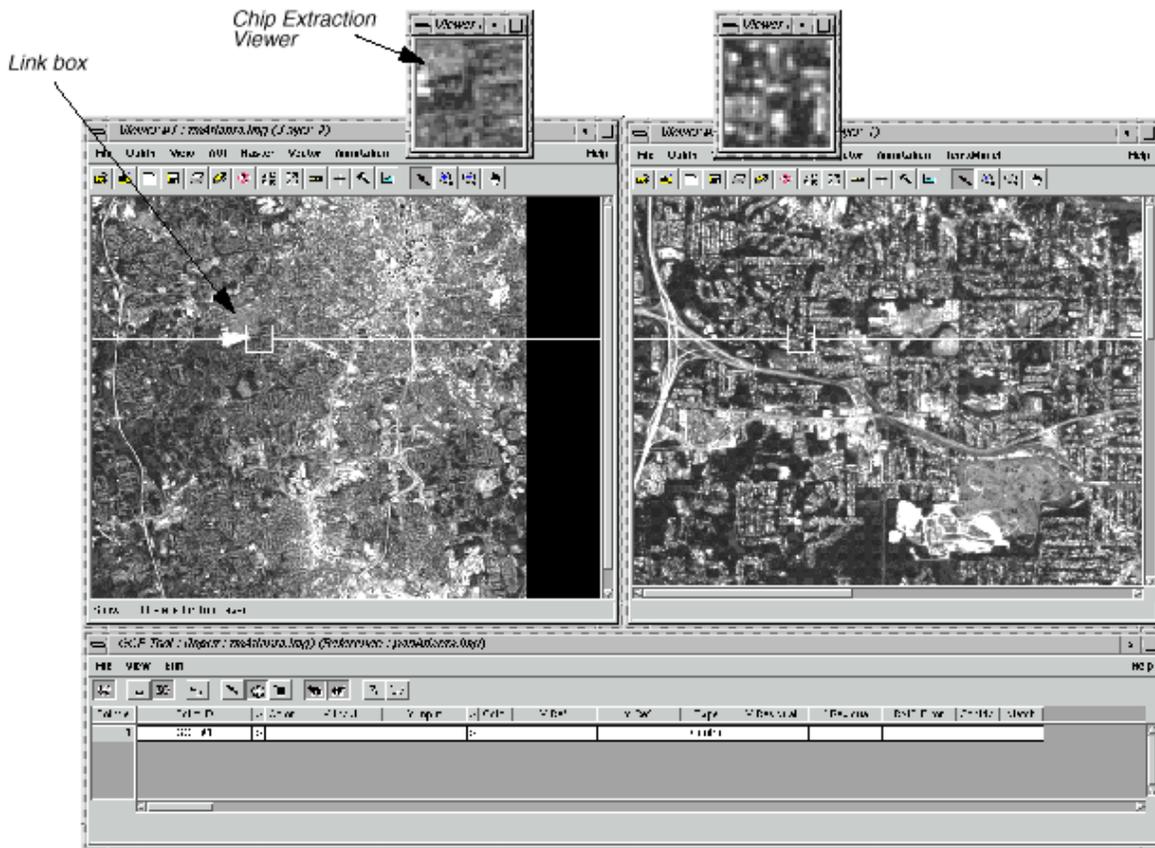


4. Acepte **Existing Viewer** en el dialogo GCP Tool Reference Setup haciendo click en **OK**. El dialogo GCP Tool Reference Setup se cierra y el diálogo Viewer Selection Instructions se abre directamente, haga click en el Viewer para seleccionar las coordenadas de referencia.
5. Haga click en el segundo Viewer, el cual despliega la imagen **panAtlanta.img**. El dialogo Reference Map Information se abre. La información de este diálogo no se puede editar.



6. Haga click en **OK** en el diálogo Reference Map Information. Se abren los visores Chip Extraction Viewers, las cajas de enlace y la herramienta GCP Tool.

Las cajas de enlace y la herramienta GCP Tool son automáticamente colocadas en la pantalla (usted puede desactivar esta opción en ERDAS IMAGINE Preferences). Usted puede cambiar el tamaño y mover las cajas de enlace para que se vean más fácil.



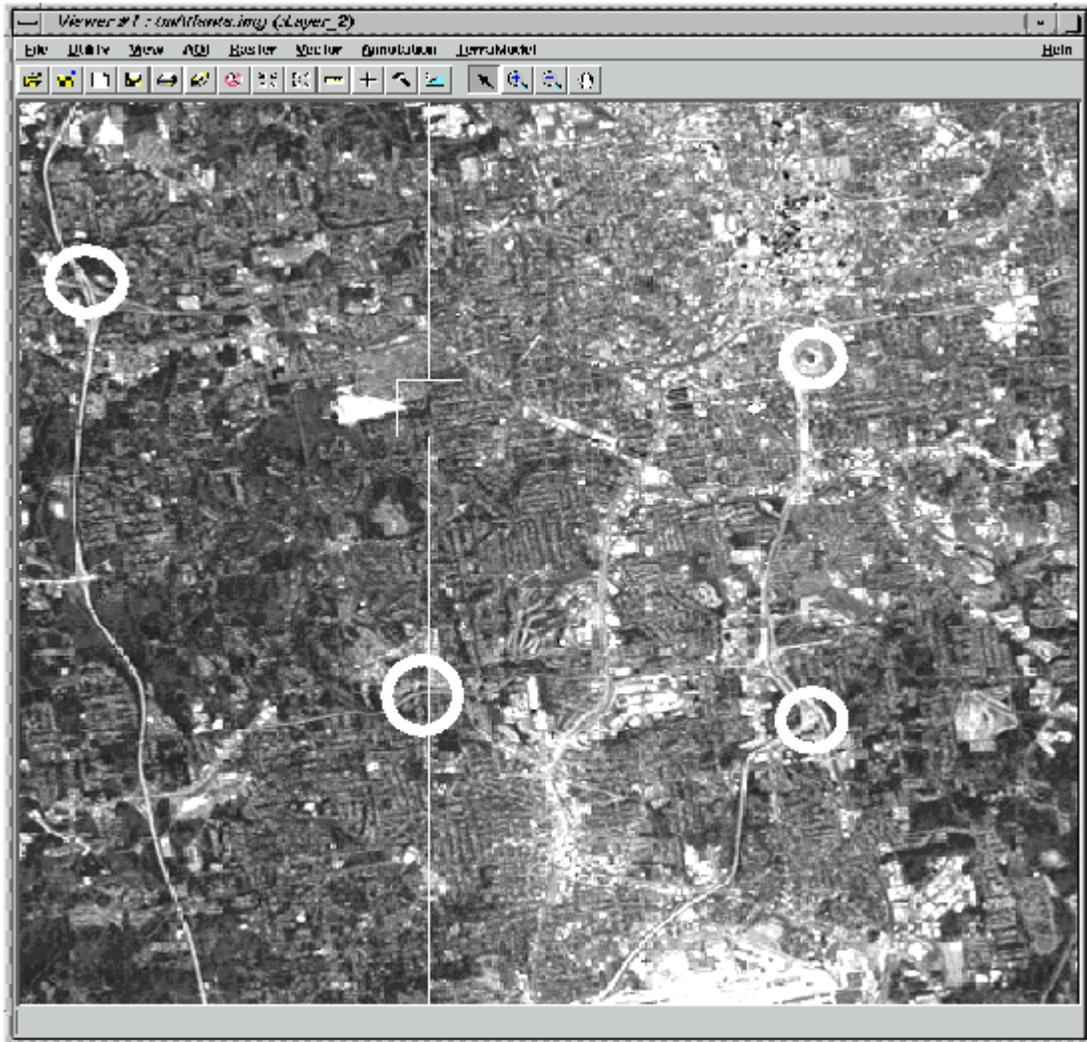
En esta guía, usted va a rectificar la imagen **tmAtlanta.img** del primer Viewer con la imagen **panAtlanta.img** del segundo Viewer.

## Selección de Puntos de Control (GCPs)

Cuando se inicia GCP Tool, la herramienta está –por “default”- en el modo Automatic GCP Editing. El siguiente ícono es activado, indicando que este es el caso.



1. En el primer Viewer seleccione una de las áreas mostradas en el gráfico siguiente haciendo click sobre esa área. Las áreas encerradas en círculos indican la localización de GCPs. Usted debería escoger puntos que sean fáciles de ubicar en ambas imágenes, tales como intersección de caminos y mojones.



El punto que usted seleccionó es marcado como GCP #1 en el Viewer y las coordenadas X y Y entradas son registradas en la matriz (CellArray) de GCP Tool.

2. Para que GCP#1 sea fácil de ver, haga click en el botón derecho en la columna llamada **Color**, a la derecha del texto GCP#1 en el GCP Tool CellArray y seleccione el color **Black**.

- En el viewer #3 (el visor Chip Extraction asociado con el primer Viewer), arrastre el GCP al sitio exacto en donde usted quiere ubicarlo.



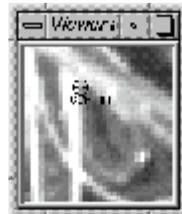
**NOTA:** (solo para UNÍX) Para ver el GCP mientras esta arrastrándolo, desactive la caja **Use Fast Selectors** en el **Viewer** bajo la categoría **Session /Preferences** (este cambio sólo toma efecto luego que el Viewer se reinicie).

- En GCP Tool, haga click sobre el ícono **Create GCP**.



- En el segundo Viewer, haga click en la misma área que esta cubierta en el visor Chip Extraction de origen (Viewer #3).

El punto que usted seleccionó es marcado como GCP#1 en el Viewer, y sus coordenadas X y Y son listadas en el GCP Tool CellArray.



- Con el objeto de hacer mas fácil la visualización del GCP#1 en el segundo Viewer haga click derecho sobre la columna **Color**, ubicada a la izquierda de la referencia X para el GCP#1 en el GCP Toll CellArray y seleccione el color **Black**.

El GCP Tool deberá observarse similar a la imagen de abajo.

	GCP #	Color	X File	Y File	X Map	Y Map	Type
1	GCP #1	Black	36.81C	-122.83	400021701	368057.38E	Control
2	GCP #2	Black					Control

Select the color for the source GCP here

These are the X and Y file coordinates for GCPs in the input image (tmAtlanta.img)

These are the X and Y map coordinates for GCPs in the reference image (panAtlanta.img)

- En el Viewer #4 (el visor Chip Extraction asociado con el segundo Viewer), arrastre el GCP al mismo sitio al cual usted se movió en el Viewer #3.
- Haga clic sobre el ícono **Create GCP** en la barra de herramientas GCP.

9. Regrese al Viewer de origen (el primer Viewer), y haga click para digitalizar un nuevo GCP.
10. Con el objeto de hacer más fácil la observación de GCP #2, haga click derecho en la columna **Color**, a la derecha del GCP #2 en el GCP Tool CellArray y seleccione el color **Magenta**.
11. En el Viewer #3, arrastre el nuevo GCP (GCP #2) al sitio exacto en el cual usted quiere ubicarlo.
12. Repita los pasos 4 y 5, para digitalizar el mismo punto en el segundo Viewer.
13. Como en el paso 10, usted puede cambiar el color del marcador del GCP para hacerlo más fácil de ver.
14. Digitalice como mínimo dos GCPs más, en cada Viewer (sobre **tmAtlanta.img** en el primer Viewer y **panAtlanta.img** en el segundo Viewer) repitiendo los pasos de arriba. Los GCPs que usted digitalizó deben estar distribuidos en toda la imagen para formar un gran triángulo (es decir, no deben formar una línea)
15. Seleccione los colores que le permitan observar los GCPs en los Viewers. Después de haber digitalizado el cuarto GCP en el primer Viewer, note que el GCP es ubicado automáticamente en el segundo Viewer. Esto ocurre con todos los siguientes GCPs que usted digitalice.

Después de digitalizar los GCPs en los Viewers, la matriz GCP Tool CellArray deberá observarse similar al siguiente ejemplo.

Point #	X (m)	Y (m)	X (ft)	Y (ft)	Color	Type
1	36.810	-122.839	120.731	368.57388	Black	Control
2	382.053	-114.203	1252.850	360.25395	Magenta	Control
3	59.524	-310.031	193.809	1011.300	Magenta	Control
4	37.355	-368.549	122.469	1193.100	Magenta	Control
5						Control

### Selección de GCPs

La selección de GCPs es útil para mover gráficamente o borrar los GCPs. Usted puede seleccionar GCPs gráficamente (en el Viewer) o en el GCP CellArray.

- Para seleccionar un GCP gráficamente en el Viewer, use el icono Select.



Selecciónelo como un elemento de anotación. Cuando un GCP es seleccionado, usted puede arrastrarlo para moverlo a la localización deseada.

También puede hacer click sobre cualquier coordenada GCP en el CellArray para ingresar nuevas coordenadas.

- Para seleccionar GCPs en el CellArray, haga click en la columna **Point #**, o use una de las opciones del CellArray en el menú del botón derecho del mouse ( Haga click derecho en la columna **Point #**).

### Eliminación de un GCP

Para eliminar un GCP, seleccione el GCP en el CellArray en el GCP Tool y luego haga click derecho en la columna **Point #** para seleccionar **Delete Selection**.

## Cálculo de la Matriz de Transformación

Una matriz de transformación es una serie de números que pueden ser incorporados en ecuaciones polinomiales. Estos números son llamados coeficientes de transformación. Las ecuaciones polinomiales son usadas para transformar las coordenadas de un sistema a otro.

El tabulador **Transformation** en el diálogo Polynomial Model Properties, muestra una lista de los coeficientes de transformación organizados en una matriz de transformación. Para acceder al diálogo Polynomial Model Properties y al tabulador **Transformation**, haga click en el icono **Display Model Properties** en Geo Correction Tools.



Los coeficientes son colocados en el editor de transformación de dos 2 formas:

- La matriz del tabulador **Transformation** se llena automáticamente cuando el modelo es resuelto en GCP Tool
- Usando la matriz ("CellArray") localizada en GCP Tool para ingresar los coeficientes directamente desde el teclado.

En esta guía los coeficientes de transformación son calculados desde GCP Tool y son automáticamente grabados en el tabulador **Transformation**.

### Preparación

Un numero mínimo de GCPs son necesarios para calcular la **Transformación**, dependiendo del orden de la transformación. Este numero de puntos es:

$$\frac{(t + 1)(t + 2)}{2}$$

Donde es el orden de la transformación.

Si el numero mínimo de puntos no se satisface, entonces se despliega un mensaje notificando esta condición, y los errores RMS y los residuales están vacíos. En esa condición usted no podrá hacer el remuestreo de los datos.

### Cambio del Grado de la Transformación

Para cambiar el orden o grado de la transformación, use el diálogo Polynomial Model Properties (disponible desde Geo Correction Tools). Usando este diálogo, seleccione el tabulador **Parameters** en la parte superior del diálogo. Este tabulador permite cambiar el orden del polinomio.

## Cálculo de la Matriz de Transformación a partir de GCPs

### Iniciar el Cálculo de la Matriz de Transformación

La función Auto Calculation está habilitada por defecto en GCP Tool. La función Auto Calculate calcula la transformación al mismo tiempo que usted edita los GCPs o cambia la selección en el CellArray.

Con la herramienta Automatic Transform Calculation activada, usted puede mover un GCP en el Viewer, mientras observa los cambios en los coeficientes de transformación y errores en la parte superior de GCP Tool.

Usted quizás quiera desactivar la función Auto Calculation si su sistema es lento o el cálculo toma demasiado tiempo.

*NOTA: Algunos modelos no soportan Auto Calculation. Si este es el caso, la función estará deshabilitada.*

1. Si su modelo no soporta Auto Calculation, haga click en el ícono **Calculate** en la barra de herramientas GCP.

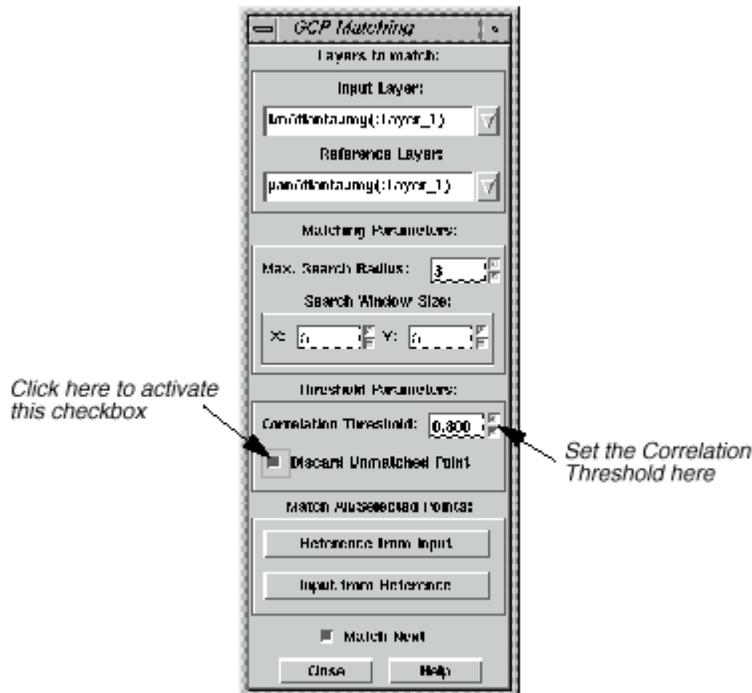


**NOTA:** La matriz de transformación contiene los coeficientes para transformar las coordenadas del sistema de referencia al sistema de coordenadas de entrada. Las unidades de los residuales y los errores RMS están en las unidades del sistema de coordenadas de entrada. En esta guía, el sistema de coordenada de entrada está en píxeles.

## Digitalización de Puntos de Chequeo

Los puntos de chequeo son utilizados para verificar la exactitud de la transformación de manera independiente.

1. En GCP Tool, seleccione todos los GCPs, haciendo click derecho sobre la columna **Point #** y seleccionando la opción **Select All**. A continuación haga click derecho sobre las dos columnas **Color** y seleccione **Yellow**.
2. Haga click derecho sobre la columna **Point #** del GCP Tool CellArray y seleccione **Select None** del GCP Tool CellArray para deseleccionar los GCPs.
3. En la última fila del CellArray, haga click derecho sobre cada una de las columnas **Color** y seleccione **Magenta**. Todos los puntos de chequeo que usted adicione en los siguientes pasos estarán en Magenta, lo que los distingue de los GCPs.
4. Seleccione la última fila del CellArray haciendo click en la columna **point #** próxima a esa fila.
5. Seleccione **Edit/Set Point Type/Check** de la barra de menú GCP Tool. Todos los puntos que usted adicione serán clasificados como puntos de chequeo.
6. Seleccione **Edit/Point Matching** de la barra de menú GCP Tool. El diálogo **GCP Matching** se abre.



7. En el diálogo GCP Matching bajo **Threshold Parameters**, cambie **Correlation Threshold** a **0.8**, y luego presione la tecla Enter de su teclado.
8. Haga click en la caja **Discared Unmatched Point** para activarla.
9. Haga Click en el diálogo **Close** en GCP Matching.
10. En GCP Tool, haga click en el ícono Create GCP y luego en el ícono Lock
11. Cree 5 puntos de chequeo en cada uno de los dos Viewers, del mismo modo que hizo con los GCPs.

**NOTA:** Si los puntos ingresados previamente no eran muy exactos, entonces los puntos de chequeo quizás no ajusten y pueden ser automáticamente descartados.

12. Cuando los cinco puntos de chequeo han sido creados, haga click en el icono **Lock** para desasegurar la función GCP Tool.
13. Haga click en el ícono **Compute Error** en GCP Tool para calcular el error para los puntos de chequeo.



La ventana **Check Point Error** se despliega en la parte de arriba de GCP Tool. Un error total por debajo de 1 píxel será razonable para efectos de remuestreo.

15. Para ver los coeficientes polinomiales, haga click en el ícono **Model Properties** en Geo Correction Tools. El diálogo Polynomial Model Properties se abre.



16. Una vez usted ha chequeado los tabuladores del diálogo Polynomial Model Properties, haga click en el dialogo **Close** en el Polynomial Properties.

## Remuestro de la Imagen

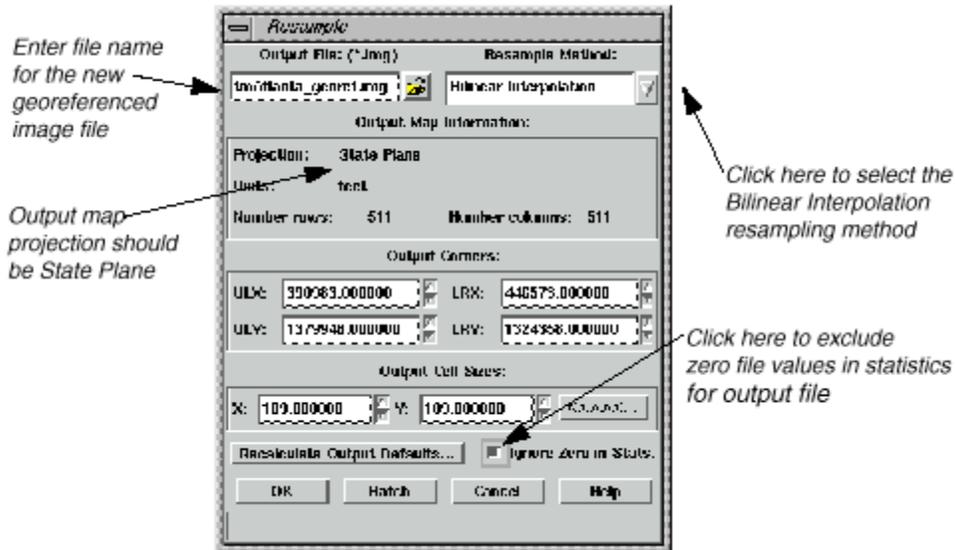
El remuestreo es el proceso de calcular los niveles digitales de la imagen rectificadas y la creación de un nuevo archivo. Todas las capas (o bandas) raster del archivo de origen son remuestreadas. La imagen de salida tiene tantas capas como la imagen de entrada.

ERDAS IMAGINE provee los siguientes algoritmos de remuestreo: Nearest Neighbor (vecino más cercano), Bilinear Interpolation (interpolación bilineal) y Cubic convolution (convolución cúbica).

### Preparación

El remuestreo requiere un archivo de entrada y una matriz de transformación para la creación una nueva matriz de píxeles.

1. Haga click en el ícono **Resample** en Geo Correction Tool. El dialogo **Resample** se abre.



2. En el dialogo Resample bajo **Output File**, ingrese el nombre **tmAtlanta-georef.img** para el nuevo archivo de datos remuestrados. Este es el archivo de salida rectificadado de **tmAtlanta.img** al sistema de coordenadas del archivo **panAtlanta.img**.

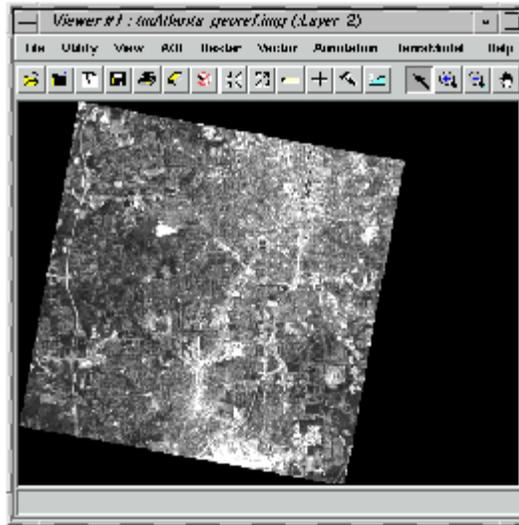
**NOTA:** Asegúrese de ingresar el archivo de salida en un directorio donde tenga permiso de escritura y mínimo 25 Mb de espacio libre en disco.

3. Bajo **Resample Method**, haga click en el cuadro de lista y seleccione **Bilinear Interpolation**.
4. Haga click en **Ignore Zero in Stats**, entonces los pixeles con valor de 0 en el archivo son excluidos cuando las estadísticas son calculadas para el archivo de salida.
5. Haga click en **OK** en el dialogo Resample para dar inicio al proceso de remuestreo. Un dialogo Job Status se abre para que usted sepa cuando el proceso este completo.
6. Haga click en **OK** en el dialogo Job Status cuando el trabajo este 100% completado.

## Verificación Del Proceso De Rectificación.

Una manera para verificar que la imagen ingresada (**tmAtlanta.img**) ha sido correctamente rectificada a la imagen de referencia (**panAtlanta.img**) es desplegar la imagen remuestrada (**tmAtlanta-georef.img**) y la imagen de referencia y luego chequear visualmente que las dos están ajustadas.

1. Despliegue la imagen remuestrada (**tmAtlanta-georef.img**) en el primer Viewer. Use la opción **Clear Display** en el diálogo Select Layer To Add para remover **tmAtlanta.img** del Viewer antes que la imagen remuestrada sea abierta.



2. Cuando **tmAtlanta.img** cierra en el primer Viewer, le preguntara si quiere salvar los cambios. Haga click en **No** en todos los diálogos Save Changes. La herramienta Geometric Correction Tool termina.
3. Haga click derecho y seleccione **Geo Link/Unlink** bajo el menú **Quick View** en el primer Viewer.
4. Haga click sobre el segundo Viewer para enlazar ambos Viewers.
5. Haga click derecho en **Inquire Cursor** bajo el menú **Quick View** en el primer Viewer. El Inquire Cursor (Una cruz en forma de apuntador) es ubicado en ambos Viewers. Un dialogo para Inquire Cursor también se abre.
6. Arrastre el Inquire Cursor para verificar que este aproximadamente en el mismo lugar en ambos Viewers. Note que como el Inquire Cursor es movido, los datos en el dialogo Inquire Cursor son actualizados.
7. Cuando finalice, haga click en **Close** en el dialogo Inquire Cursor.

## Rotar / Voltar / Escalar Imagenes

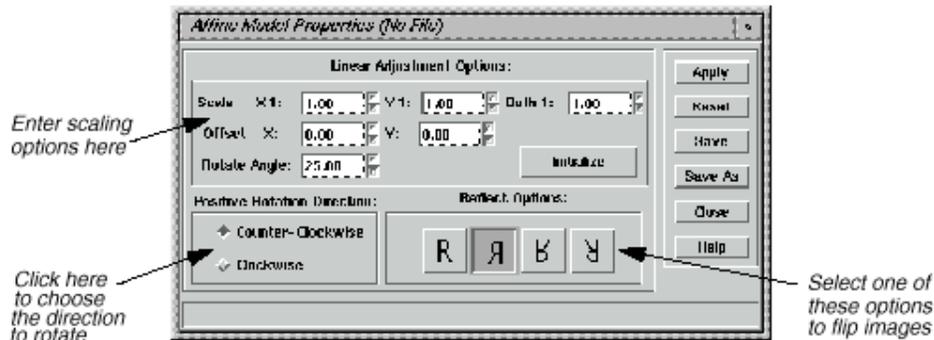
Es necesario ejecutar con frecuencia una rectificación de primer orden para cada capa desplegada en el Viewer. Usted puede necesita rotarla, voltar o escalar la imagen para que el norte esté arriba.

### Preparación

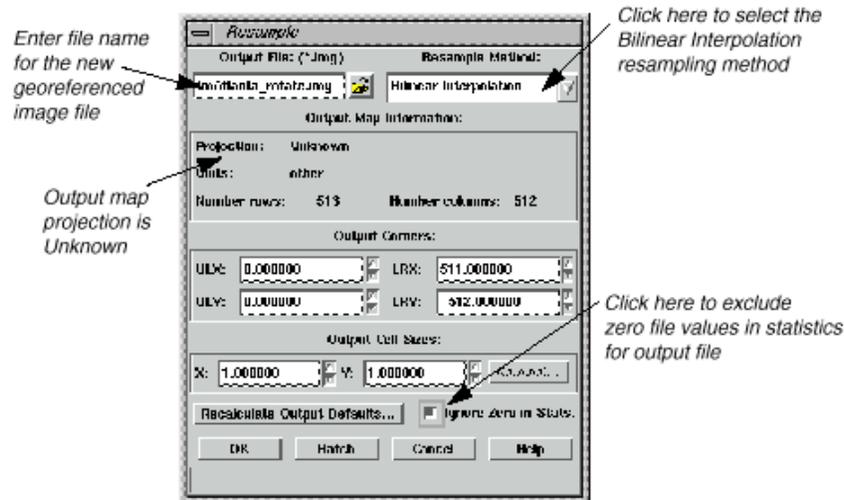
1. Despliegue el archivo **tmAtlanta.img** en el Viewer.
2. En el Viewer, seleccione **Raster/Geometric Correction**. El dialogo **Set Geometric Model** se abre.

## Choose Model Properties

1. En el dialogo Set Geometric Model, haga click en **Affine** y luego en **OK**. La herramienta **Geo Correction Tools** se abre, al lado del diálogo Affine Model Properties.



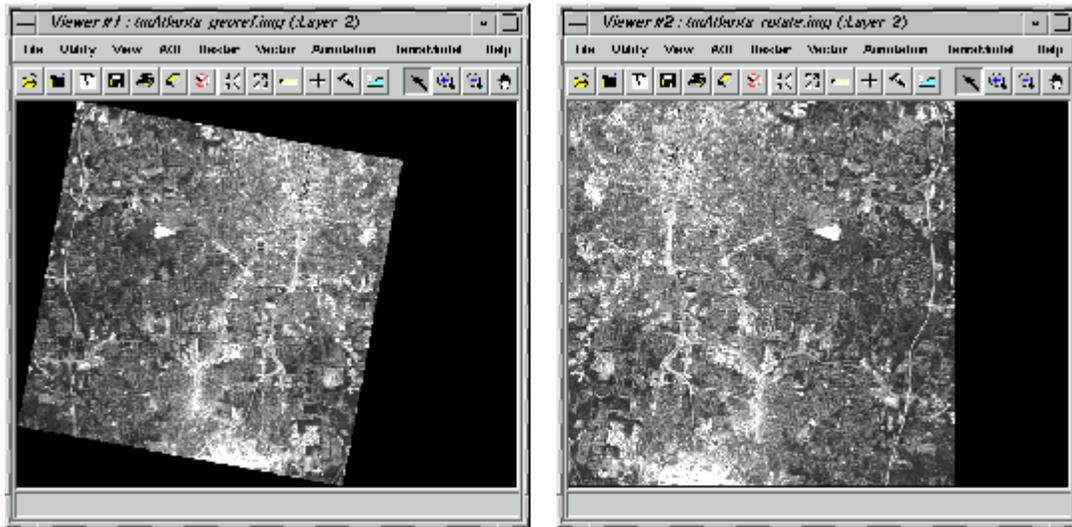
2. Cambie el Rotate Angle a 25.
3. Seleccione el Reflect Option deseado en el dialogo Affine Model Properties, haga click en **Apply** y **Close**.
4. Haga click sobre el ícono **Resample** en el Geo Correction Tools. El dialogo Resample se abre.



5. En el dialogo Resample bajo **Output File**, ingrese el nombre **tmAtlanta\_rotate.img**.
6. Bajo **Resample Method**, haga click en el cuadro de lista y seleccione **Bilinear Interpolation**.
7. Haga click en **Ignore Zero in Stats**, así los píxeles con valor de cero son excluidos cuando se calculan las estadísticas para el archivo de salida.
8. Haga click en **OK** en el dialogo Resample para comenzar el proceso de remuestreo. Un dialogo Job Status se abre para que usted sepa cuando el proceso está completo.
9. Haga click en **OK** en el dialogo Job Status cuando el trabajo esté 100% completo.

## Chequeo De Resultados

1. Abra un nuevo Viewer.
2. Haga click en el icono **Open**, entonces seleccione **tmAtlanta-rotate.img** del directorio en el cual lo salvo.
3. Haga click en la ficha **Raster Options**, y en la lista de despliegue **Display as** seleccione **Grey Scale**.
4. En la sección **Display Layer**, seleccione **Layer 2**.
5. Haga click en **OK** en el dialogo Select Layer To Add.
6. Compare **tmAtlanta-georef.img** y **tmAtlanta-rotate.img** ubicando las imágenes una al lado de la otra.



---

*Para más información acerca de rectificación polinomial, Vea " Apéndice A : Información Adicional" en la página 571.*