

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 18 - IMAGINE Expert Classifier™

### **Introducción**

Este capítulo está diseñado para presentar IMAGINE Expert Classifier. Este Clasificador Experto está compuesto de dos módulos: Knowledge Engineer y Knowledge Classifier. Knowledge Engineer provee una interface para un experto que tenga conocimiento de primera mano de los datos y de la aplicación, para identificar las variables, reglas y clases de salida que sean de interés y para crear el árbol de decisión jerárquica. Knowledge Classifier provee una interface para que un usuario no experto aplique la base de conocimiento y cree la clasificación de salida.

Este conjunto de ejercicios lo guiará a usted a través del proceso básico de crear una base de conocimiento a partir de cero. Aquí se presentan las herramientas y los usos de Knowledge Engineer.

### **Creación de una Base de Conocimientos**

En esta guía usted aprenderá cómo:

- agregar hipótesis
- entrar reglas para hipótesis
- editar variables para las reglas
- copiar y editar reglas existentes
- probar una base de conocimientos

---

*El tiempo aproximado para realizar esta guía es de 30 minutos.*

## Especificar las clases de salida

Para el propósito de este ejercicio, suponga que usted está determinando las clases temáticas Residential y Commercial Services a partir de imágenes y datos existentes. (Las clases de ejemplo son un subconjunto de **lanier.ckb** incluido en el directorio de ejemplos).

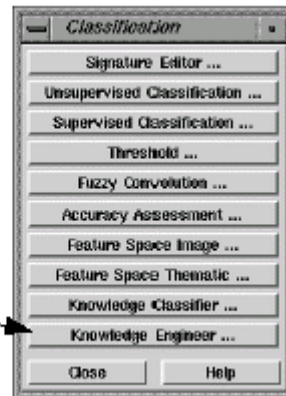
Este simple ejemplo de dos clases ofrece la oportunidad de usar y familiarizarse con las herramientas y procesos de Knowledge Engineer. Esta utilidad ayuda al proceso de diseñar una base de conocimiento y permite que usted defina un marco de trabajo que puede ser editado y reorganizado fácilmente durante el proceso de diseño.

## Iniciar Knowledge Engineer

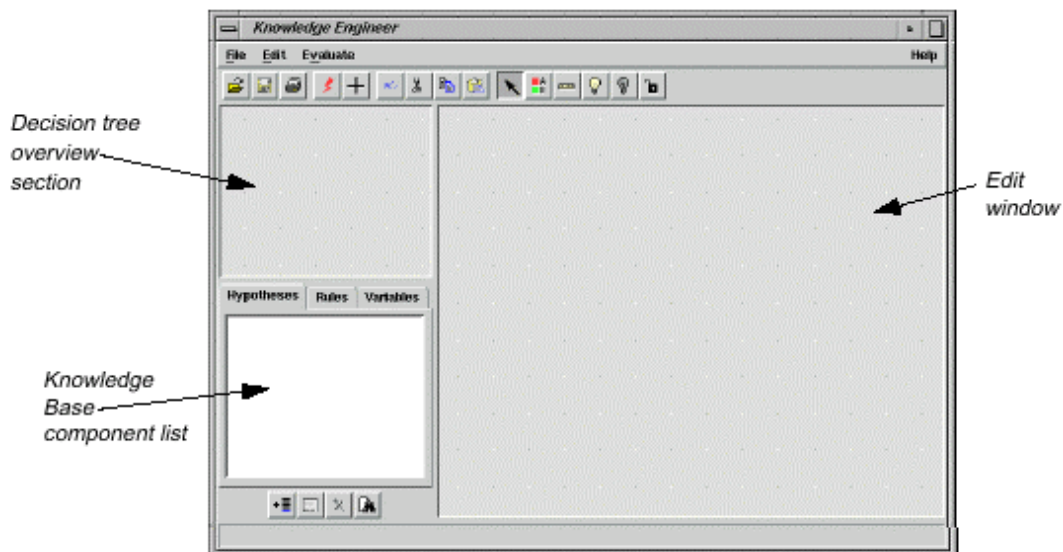
1. Haga click en el ícono Classifier y seleccione **Knowledge Engineer** en el menú **Classification**.



*Click here to start the Knowledge Engineer*

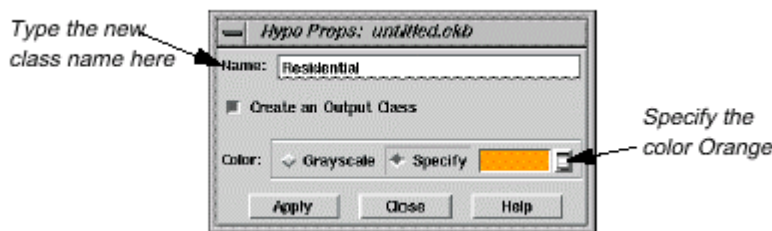


El diálogo Knowledge Engineer se inicia con espacios vacíos en la ventana de edición, la sección de vistazo del árbol de decisión y la lista de componentes de la Base de Conocimientos (**Hypotheses**, **Rules** y **Variables**).



## Colocar Hipótesis en la Ventana de Edición

1. Seleccione **Edit | New Hypothesis** para agregar la primera hipótesis. Se abre el diálogo Hypo Props (Hypothesis Properties) con **untitled.ckb** en la barra de título, un nombre de hipótesis por "default": **New Hypothesis**, y el **Color** está definido en **Grayscale**.



2. Cambie **Name** de la hipótesis "default" al nombre de la primera clase, **Residential**.
3. Como usted quiere que **Residential** sea una clase de salida, la opción **Create an Output Class** debe estar habilitada. Usted va a dar colores a cada una de las clases.
4. Haga click en el botón **Specify** en la sección **Color**. Luego use el menú de despliegue para seleccionar **Orange** como el color de esta clase.

### Selección de colores para las clases de salida

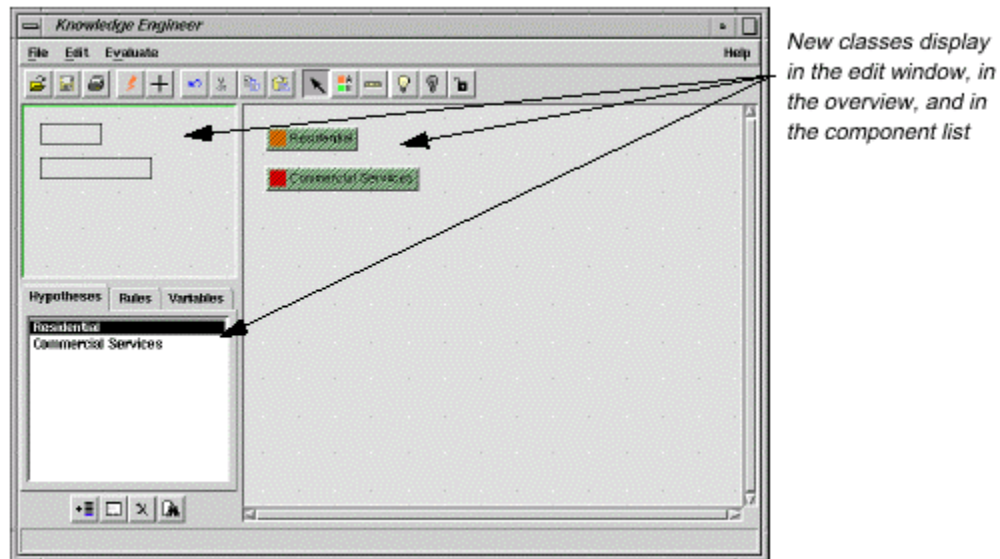
Si un color no se especifica para una clase de salida, él se fija automáticamente en una escala de grises. Cuando se agregan clases de salida adicionales en tonos de gris, los valores de gris son automáticamente actualizados y expandidos dentro del rango blanco a negro. Esto ocurre incluso cuando otras clases tienen colores específicos asignados.

5. Ahora haga click en el botón **Apply** en el diálogo Hypo Props.

Aparece un rectángulo verde con el nombre de la hipótesis **Residential** en la ventana de edición y aparece un rectángulo delineado en la ventana de vistazo al árbol de decisión. Usted probablemente observó que hay líneas diagonales que cruzan el rectángulo en la ventana de edición. Estas líneas permanecen allí hasta que se agreguen condiciones que puedan hacer que la hipótesis sea verdadera o falsa.

6. Seleccione **Edit | New Hypothesis** otra vez para especificar la nueva clase, **Commercial Services**. Entre el **Name** de la clase y **Specify Red** como el color de la clase.
7. Haga click en **Apply** en el diálogo Hypo Props para agregar la clase.

8. Haga click en **Close** en el diálogo Hypo Props.



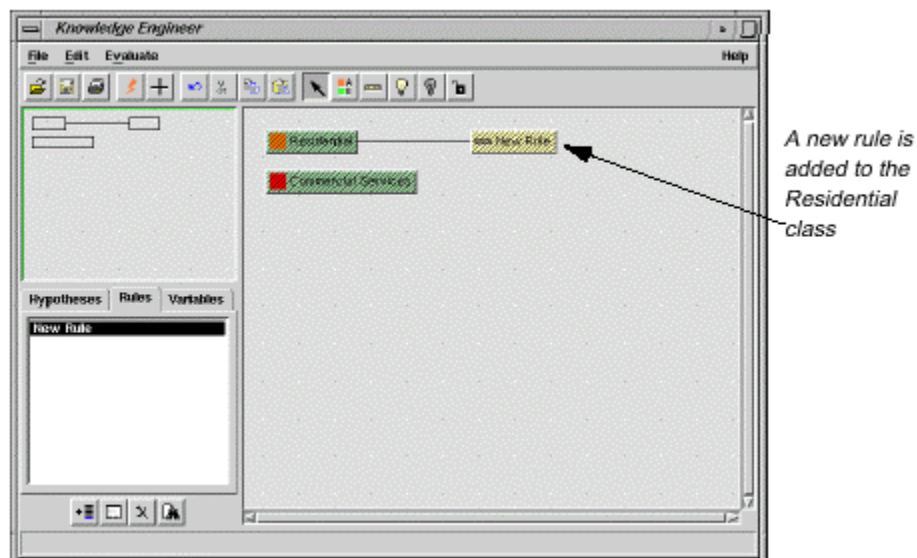
### Entrada de Reglas para la Hipótesis

1. Seleccione el ícono Create Rule Graphic Tool en la barra de íconos del diálogo Knowledge Engineer.

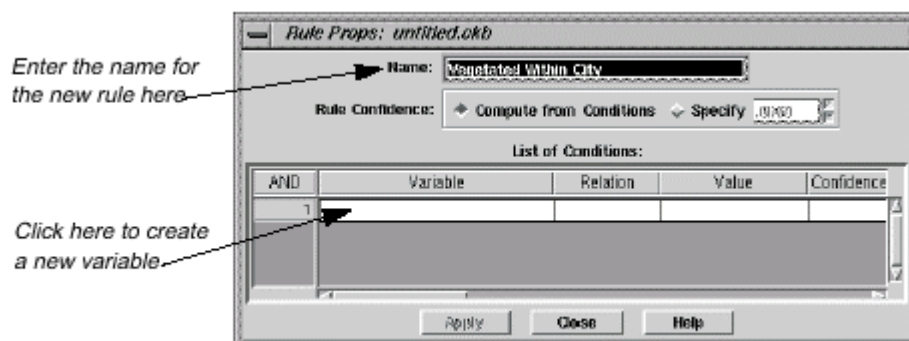


2. Mueva el cursor, que cambia a la forma de una regla y haga click en el rectángulo verde de la hipótesis **Residential**.

Un rectángulo de regla de color amarillo, llamado, llamado **New Rule**, aparece conectado al rectángulo de la hipótesis **Residential**, por una línea que se refleja en la ventana del árbol de decisión ("knowledge tree overview").



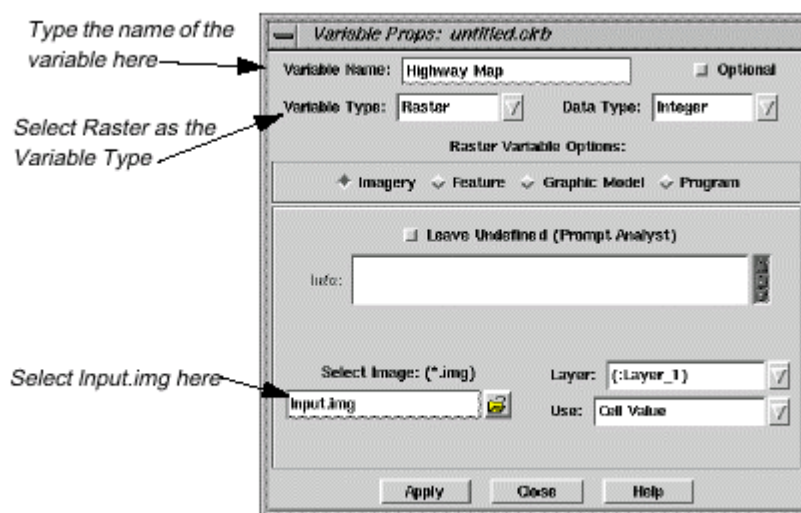
- Haga doble-click en el rectángulo amarillo **New Rule** para abrir el diálogo Rule Props (Rule Properties).



- Cambie el nombre Name de la regla a **Vegetated Within City** y deje el botón **Compute from Conditions** seleccionado en Rule Confidence.

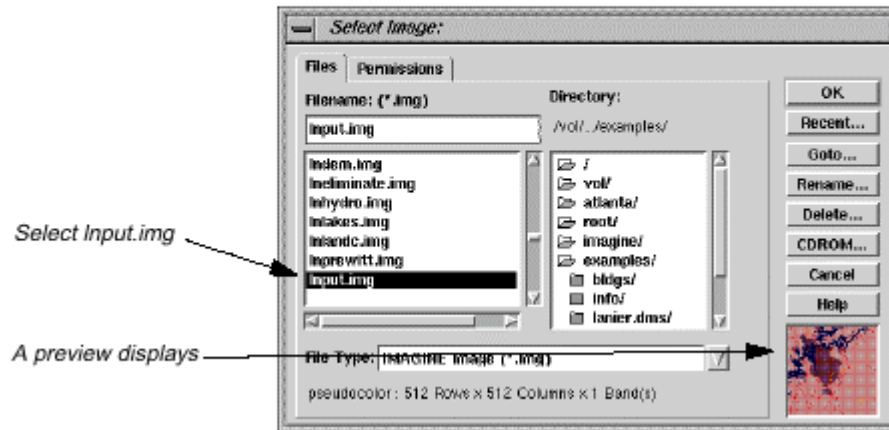
## Entre Variables para la Regla

- Haga click dentro de la celda debajo de **Variable** y seleccione **New Variable** en la lista de despliegue. El diálogo **Variable Props** se abre.

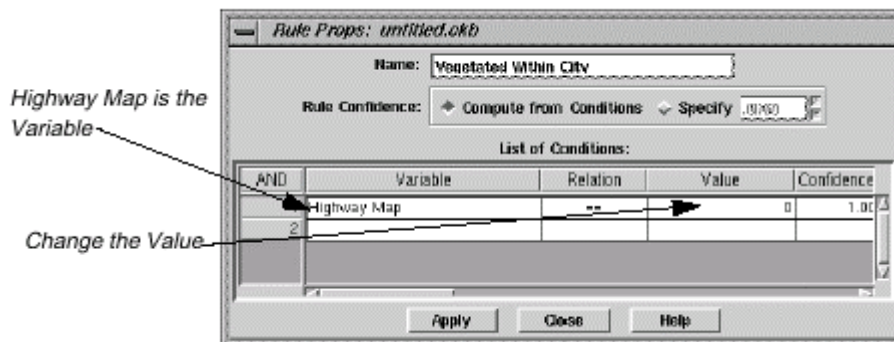


- Cambie **Variable Name** a **Highway Map**, y cambie **Variable Type** a **Raster**. Al cambiar el tipo a **Raster** se cambia la parte inferior del diálogo a **Raster Variable Options**, suministrando un conjunto de opciones diferentes a las del tipo de variable **Scalar**.

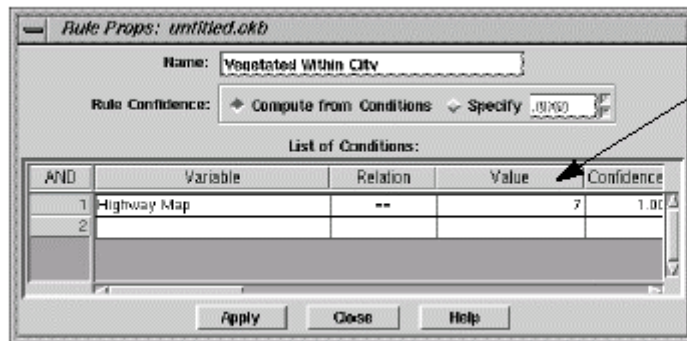
- Haga click en el ícono **Select Image File**, luego navegue y seleccione **Input.img** en el directorio **<IMAGE\_HOME>/examples**.



- Haga click en **OK** en el diálogo Select Image para agregar el archivo al diálogo Variable Props.
- Haga click en el botón **Apply** en el diálogo Variable Properties para agregar **Highway Map** al arreglo de celdas de propiedades de la regla.

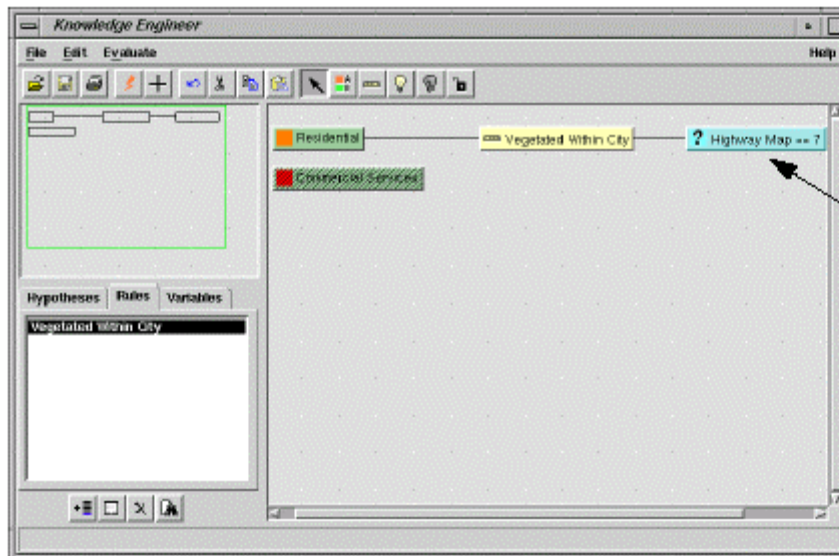


- Haga click en **Close** para cerrar el diálogo Variable Props.
- En el diálogo Rule Props, haga click en la celda debajo de **Value** y seleccione **Other**.
- En la celda resaltada, teclee **7** y presione **Return** en su teclado (7 es el número de la clase para áreas urbanas en **Input.img**).



7. Haga click en **Apply** en el diálogo Rule Props para entrar los cambios, luego en **Close**.

La nueva regla con su variable adjunta aparece en la ventana de edición. Observe que las líneas diagonales en los rectángulos de la hipótesis, **Residential**, y de la regla, **Vegetated Within City**, han desaparecido debido a las ediciones realizadas. Esto ocurre porque se ha definido por lo menos una condición completa.



## Adición de una Hipótesis Intermedia

En esta sección, usted agregará una hipótesis intermedia lo mismo que sus condiciones.

1. Seleccione la herramienta gráfica Create Hypothesis y haga click en la regla, **Vegetated Within City**.



Una hipótesis intermedia, **New Hypothesis**, está adjunta a la regla, conectada por una variable **New Hypothesis == TRUE**.

2. Haga doble-click en el rectángulo **New Hypothesis** para abrir el diálogo Hypo Props.



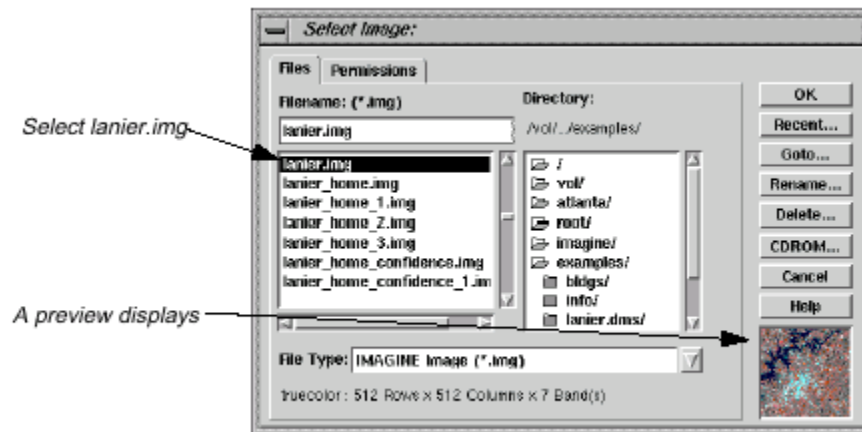
3. En el diálogo Hypo Props, cambie el nombre a a **Vegetation** y deshabilite la opción **Create an Output Class** ya que usted no quiere que ella sea una clase de salida.
4. Haga click en **Apply**, luego en **Close**.

### Creación de una Nueva Regla

1. Usando la herramienta gráfica Create Rule, coloque **New Rule** en la hipótesis **Vegetation**.

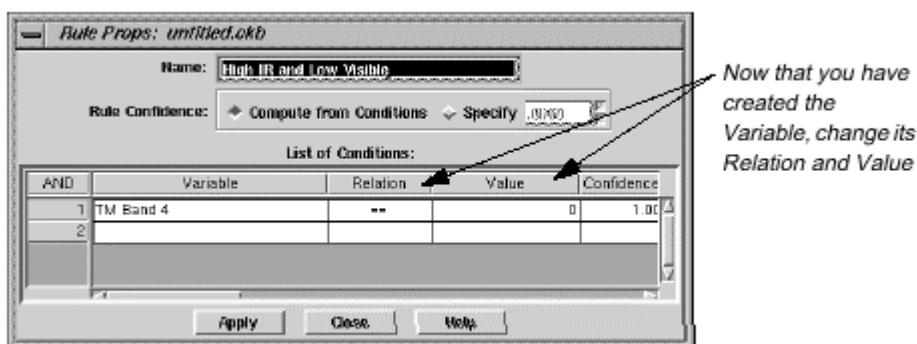


2. Haga doble-click en **New Rule** para abrir el diálogo Rule Props, y cambie el nombre de la regla **Name** a **High IR and Low Visible**.
3. Haga click en la celda debajo de **Variable** y seleccione **New Variable**.
4. Teclee el nombre **TM Band 4** en el campo **Variable Name**.
5. Cambie **Variable Type** a **Raster**.
6. Haga click en el ícono **Open** para abrir el diálogo Select Image y seleccione **lanier.img** en el directorio <IMAGE\_HOME>/examples.

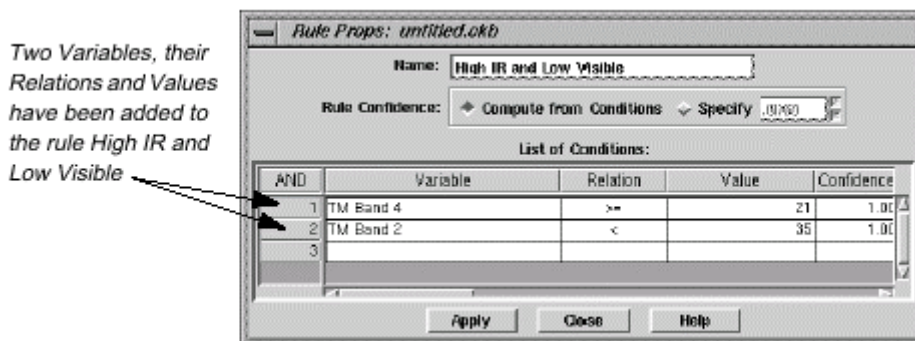


7. Haga click **OK** en el diálogo Select Image para agregar **lanier.img** al diálogo Variable Props.
8. Haga click en la lista de despliegue **Layer** y seleccione **(:Layer\_4)**.

- Haga click en **Apply**, luego en **Close** en el diálogo Variable Props. El diálogo Rule Props se actualice.



- En el diálogo Rule Props, haga click en la celda bajo **Relation** y seleccione **>=**.
- Haga click, luego seleccione **Other** en la celda **Value**, cambie **Value** a **21**, luego presione Return en su teclado.
- Ahora, utilizando los pasos desde 3. hasta 11. indicados anteriormente, agregue la capa 2 de **lanier.img** como la segunda variable (fila 2 debajo de la columna **AND**), nómbrala **TM Band 2**, defina **Relation** en **<** y defina el valor en **35**.



- Haga click en **Apply**, luego en **Close** en el diálogo Rule Props.

## Copiar y Editar

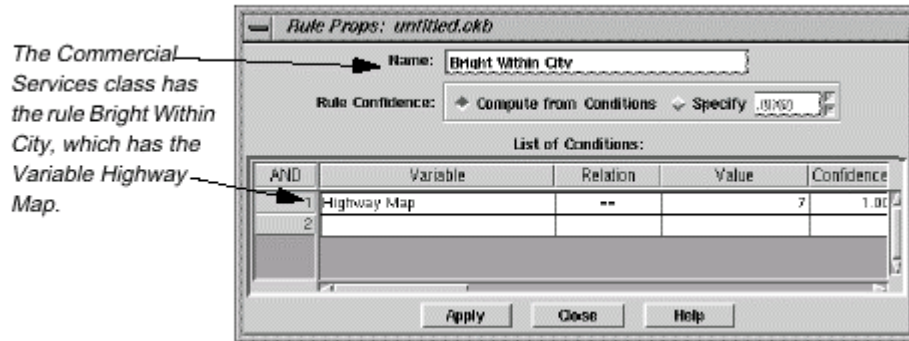
Como la hipótesis para la clase **Commercial Services** tiene reglas y condiciones muy similares a la clase **Residential**, algunas de las condiciones pueden utilizarse directamente o pueden ser copiadas y editadas para ahorrar tiempo.

- Empiece editando la clase **Commercial Services** colocando una nueva regla en el rectángulo de hipótesis **Commercial Services**, luego haga doble-click en **New Rule** para abrir el diálogo Rule Props.

Refiérase a "Entrada de Reglas para la Hipótesis" en la página 482 si usted olvidó como crear una nueva regla.

- En el diálogo Rule Props, cambie el nombre de la regla **Name** a **Bright Within City**. La primera variable que es necesaria es **Highway Map**, que aparece en la lista **Variable** debido a que ella se entró previamente.

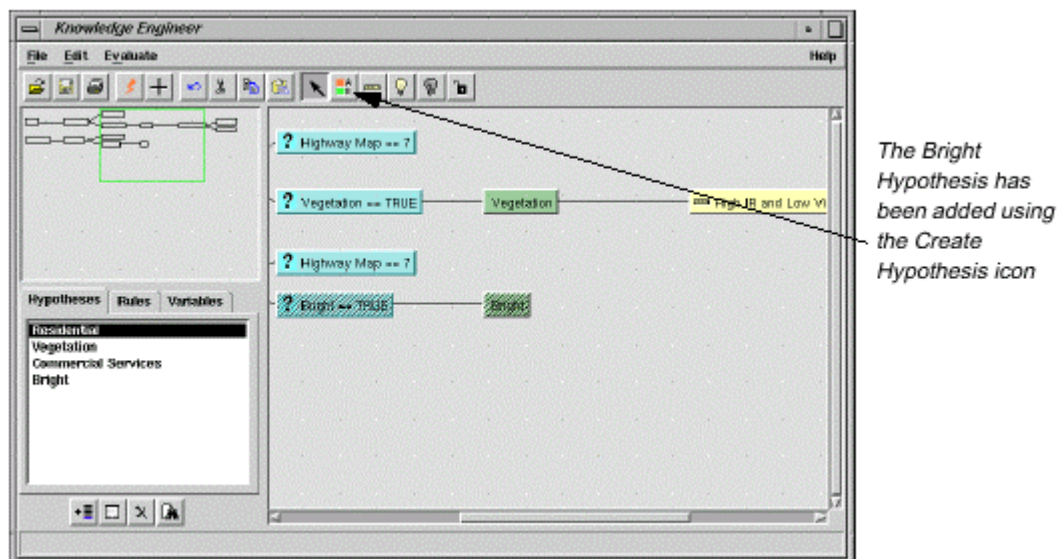
- Haga click en la celda debajo de **Variable** y seleccione **Highway Map**, confirme que **Relation** está definida en **==**, y defina **Value** en 7. Al igual que antes, esto hace la variable igual al área urbana de **Input.img**.



- Haga click en **Apply** en el diálogo Rule Props, luego en **Close**.
- Ahora use la herramienta gráfica Create Hypothesis para colocar una nueva hipótesis (que es una hipótesis intermedia) en el rectángulo de la regla **Bright Within City**.

Vea "Agregar una Hipótesis Intermedia" en la página 486 si usted olvidó cómo crear una hipótesis.

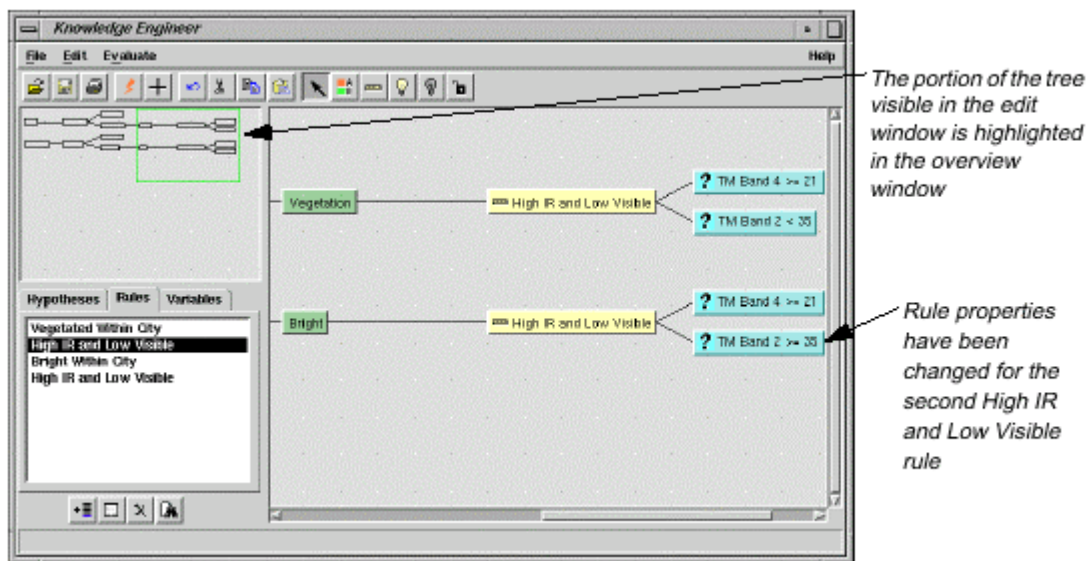
- Haga doble-click en **New Hypothesis** para abrir el diálogo Hypo Props.
- En el diálogo Hypo Props, nombre la nueva hipótesis **Bright** y deshabilite la opción **Create an Output Class**.
- Haga click en **Apply**, luego en **Close** en el diálogo Hypo Props. El diálogo Knowledge Engineer se actualiza de manera acorde con las operaciones realizadas.



Debido a que la regla que se va a adjuntar a la hipótesis **Bright** es muy similar a la regla **High IR and Low Visible** que está adjunta a la hipótesis **Vegetation**, usted puede hacer una copia de ella y luego editarla.

- Haga click en la regla High IR and Low Visible.

10. Haga click derecho y seleccione Copy en el menú Options.
  11. Haga click en la hipótesis Bright, luego haga click derecho y seleccione Paste en el menú Options.
- Una nueva regla se adjunta a la hipótesis **Bright** con un nombre “default” de **High IR and Low Visible (1)** (el número **(1)** es adicionado debido a que la regla es una copia).
12. Haga doble click en la regla **High IR and Low Visible (1)** para abrir el diálogo Rule Props.
  13. En el diálogo Rule Props de la nueva regla, cambie **Name** a **High IR and High Visible**. El único cambio que debe hacerse a la variable es la **Relation** para **TM Band 2**.
  14. Cambie **Relation** para **TM Band 2** a **>=**.
  15. Haga click en **Apply**, luego en **Close** en el diálogo Rule Props.



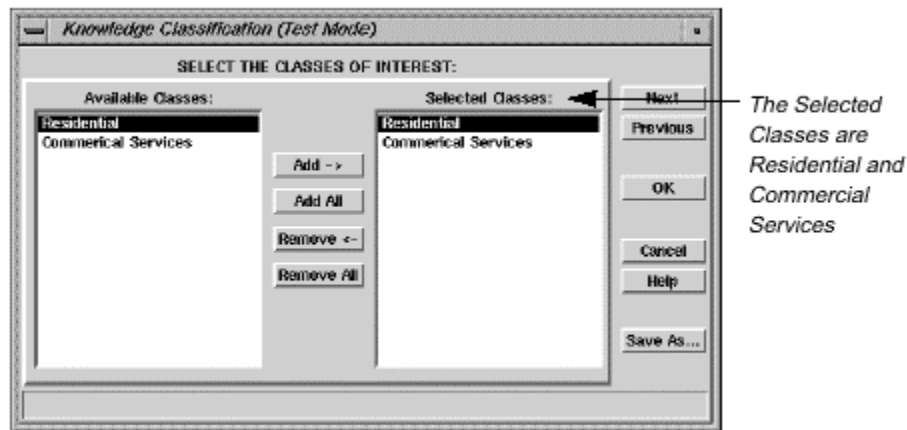
Hasta ahora, se han entrado dos hipótesis y sus condiciones. Ahora, se van a probar las dos clases para ver cuáles pixeles serán asignados a ellas.

## Probar la Base de Conocimiento

1. En la barra de herramientas del diálogo Knowledge Engineer, seleccione el ícono Run Test Classification (o seleccione **Evaluate | Test Knowledge Base**).



El diálogo Knowledge Classification se abre en modo de prueba (Test Mode) en el panel **SELECT THE CLASSES OF INTEREST**, junto con un nuevo visor (Viewer) en el cual se despliega la clasificación de prueba. Todas las clases que se han habilitado como activas son seleccionadas por “default”.

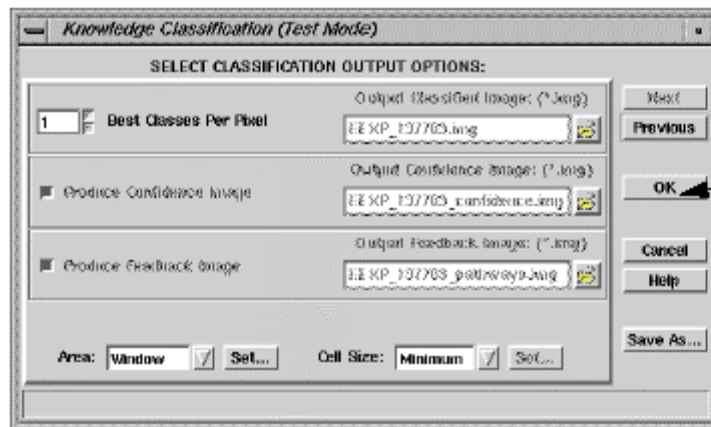


2. Deje las dos clases, **Residential** y **Commercial Services**, seleccionadas en la sección **Selected Classes** del diálogo Knowledge Classification.
3. Haga click en **Next** para avanzar al siguiente panel del diálogo Knowledge Classification.

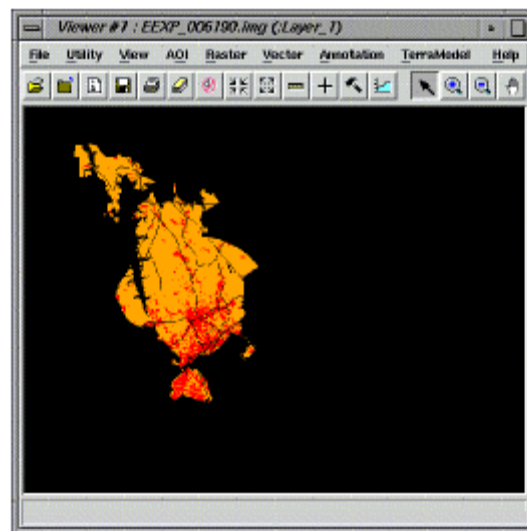
*Si la opción **Prompt User** hubiera sido seleccionada, en lugar de entrar los nombres de archivo de las variables, aparecería un panel intermedio, **SELECT THE INPUT DATA FOR CLASSIFICATION**, para permitir la entrada de los nombres de los archivos.*

*El panel **Select Classification Output Options** permite que usted defina el número de mejores clases por pixel, defina un área de salida y defina un tamaño de celda de salida. Las opciones “default” se usan aquí, ya que usted solamente tiene dos clases y tiene imágenes pequeñas que son del mismo tamaño y tienen el mismo tamaño de celda.*

*Observe también las opciones en tonos de gris, para **Output Classified Image**, **Output Confidence Image** y **Output Feedback Image**. Estas imágenes son convertidas en archivos temporales en **Test Mode**, pero pueden ser seleccionadas como archivos de salida cuando se ejecuta **Knowledge Classifier** en modo regular (non-test) en el menú **Classification**.*



4. Haga click en **OK** en el diálogo Knowledge Classification para iniciar la clasificación de prueba. Se abre una barra de estado. Cuando la clasificación está terminada, la imagen de clasificación de prueba se despliega en el visor.

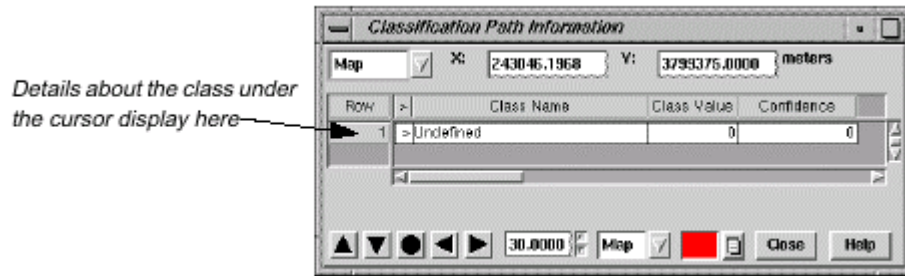


5. Haga click en **OK** para cerrar la barra de estado cuando la clasificación ha finalizado.
6. En el diálogo Knowledge Engineer, haga click en el ícono Start Classification Pathway Feedback Mode.



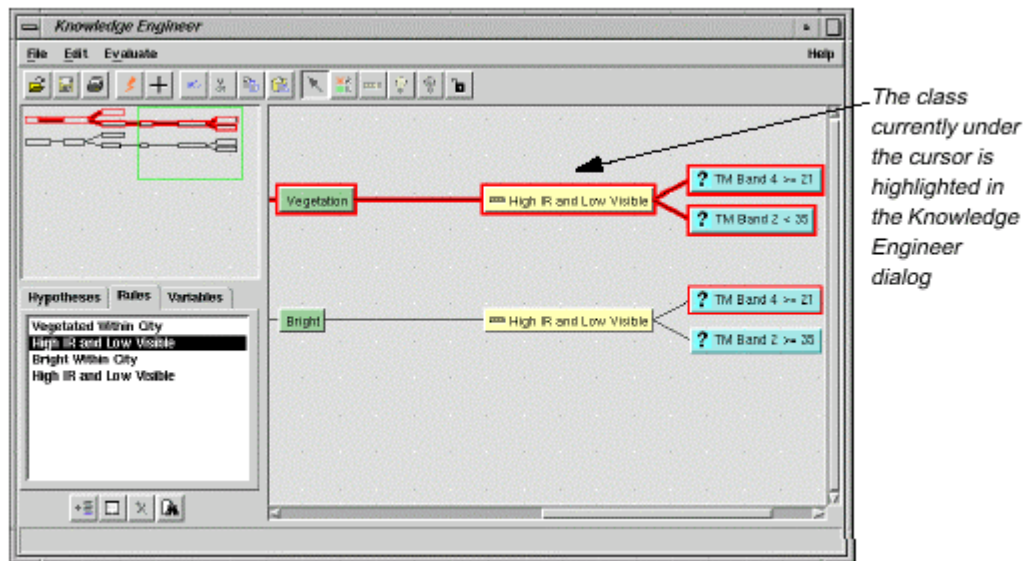


El diálogo Classification Path Information se abre, al igual que un cursor en el visor.



7. Mueva el cursor dentro de las áreas roja y naranja del visor, las cuales corresponden a la clase naranja **Residential** y a la clase roja **Commercial Services**.

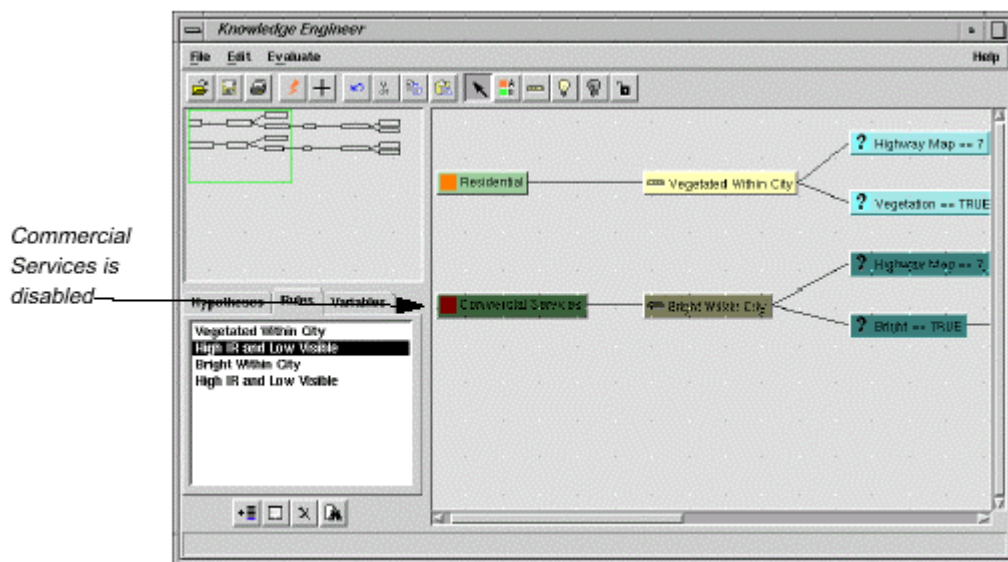
Observe que cuando se coloca el cursor en un pixel de una de las clases, la ruta de la clase se resalta en el diálogo Knowledge Engineer y en la ventana "overview". En bases de conocimiento complejas, esta característica es útil para visualizar rápidamente cuáles hipótesis se utilizaron para clasificar el punto de interés.



8. Haga click en el botón **Close** para cerrar el diálogo Classification Path Information.
9. Seleccione el ícono gris Disable Node, luego haga click en el gráfico de la hipótesis **Commercial Services** para deshabilitarla.



La ruta de la hipótesis Commercial se despliega en tonos de gris. Esto significa que la clase no se considera cuando se ejecuta una clasificación de prueba (o, en Knowledge Classifier regular, si la base de conocimiento ha sido grabada con la clase deshabilitada).



10. Para habilitar la clase **Commercial Services** nuevamente, haga click en el gráfico de la hipótesis **Commercial Services** con el ícono amarillo Enable Node (o haga click derecho en el gráfico de la hipótesis y seleccione **Enable**).



11. Grabe la base de conocimiento seleccionando **File | Save As**.
12. Navegue al directorio en el cual usted tiene permiso de escritura y nombre el archivo **ResComm\_Class.ckb**.
13. Haga click en **OK** en el diálogo Save Classification Knowledge Base As.
14. Seleccione **File | Close** en el diálogo Knowledge Engineer, que ahora tiene el título **ResComm\_Class.ckb**, para finalizar.

## Creación de una Base de Conocimiento Portátil

Este ejercicio le permitirá practicar en la creación y utilización de una base de conocimiento portátil. En este ejemplo, usted usará una base de conocimiento para determinar las áreas más aptas para viajar a través de una zona rural.

## Datos

Los datos disponibles para el proyecto incluyen los siguientes:

- una clasificación de cobertura de la tierra (**supervised.img**)
- un DEM (**30meter.img**)
- un mapa de rutas principales y secundarias (**roads.img**)
- una fotografía aérea infrarroja con una resolución espacial degradada de 30 m (**mason\_ap.img**)



El archivo **supervised.img** muestra una clasificación de cobertura típica derivada de datos Landsat TM (una porción de la escena Landsat es suministrada como **tm\_860516.img** junto con el archivo de firma espectral **tm\_860516.sig**, que fue utilizado para producir una clasificación de máxima probabilidad). La imagen muestra la distribución de categorías de cobertura amplias como diferentes tipos de bosque, objetos culturales, agua y zonas abiertas. Sin embargo, no muestra el uso de la tierra para cada pixel o cómo cada pixel podría ser usado.

Considere un escenario en el cual alguien quiere atravesar esta área de terreno con uno o más vehículos. Se necesita usar la información de cobertura de la tierra junto con datos históricos para determinar cuáles áreas pueden ser atravesadas fácilmente y cuáles no.

## Metodología

Dados estos conjuntos de datos, podemos empezar a definir reglas expertas que están basadas en estos datos (y en datos derivados de ellos) para determinar la facilidad de cruzar un área particular.

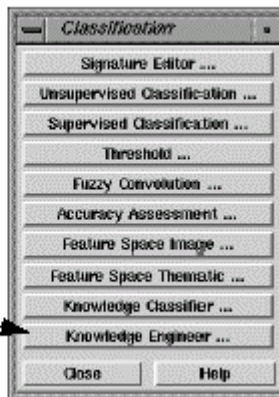
### Preparación

ERDAS IMAGINE debe estar corriendo.

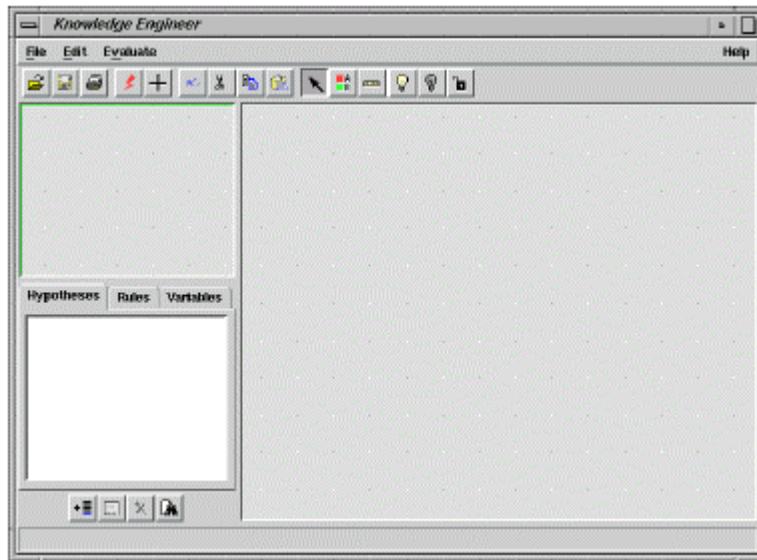
1. Haga click en el ícono Classifier en el panel de íconos de ERDAS IMAGINE. El menú **Classification** se abre.



*Click here to start the Knowledge Engineer*



2. Haga click en **Knowledge Engineer** en el menú **Classification**. Se abre un diálogo Knowledge Engineer vacío.



### Abrir una Base de Conocimiento

Enseguida, usted puede abrir la base de conocimiento **mobility\_factors.ckb** para examinar cuáles reglas expertas se usan y cómo fueron creados sus componentes.

1. En el diálogo Knowledge Engineer, haga click en el ícono Open o seleccione **File | Open**. El diálogo Open Classification Knowledge Base se abre.

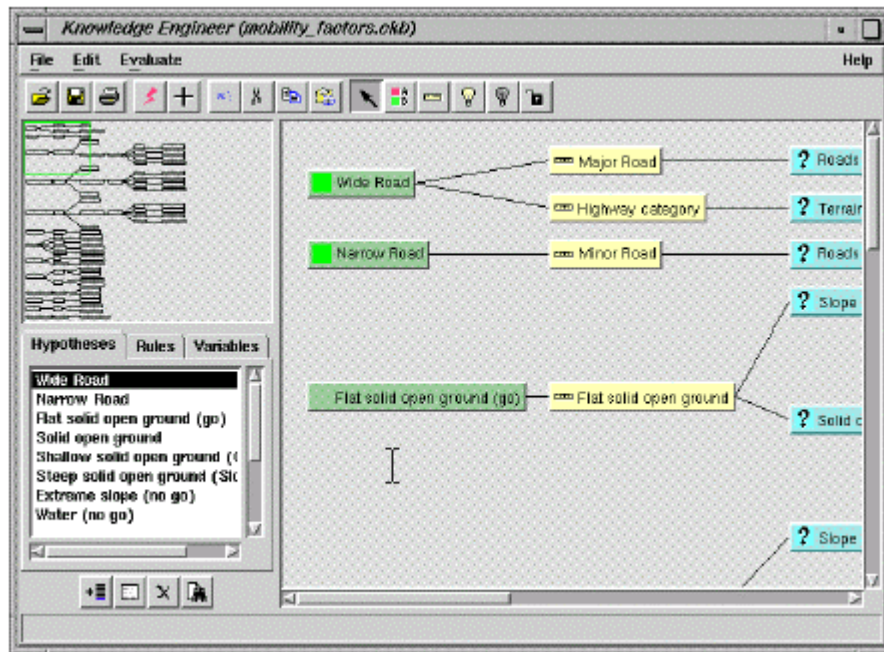


2. Navegue al directorio <IMAGE\_HOME>/examples y seleccione el archivo **mobility\_factors.ckb**.

---

<IMAGE\_HOME> es el directorio donde ERDAS IMAGINE reside en su sistema.

3. Haga click en **OK** en el diálogo Open Classification Knowledge Base para cargar el archivo. La base de conocimiento de factores de movilidad se abre.

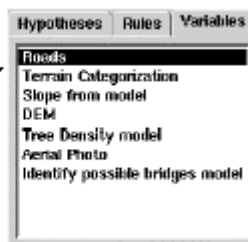


## Exámen de la Base de Conocimiento

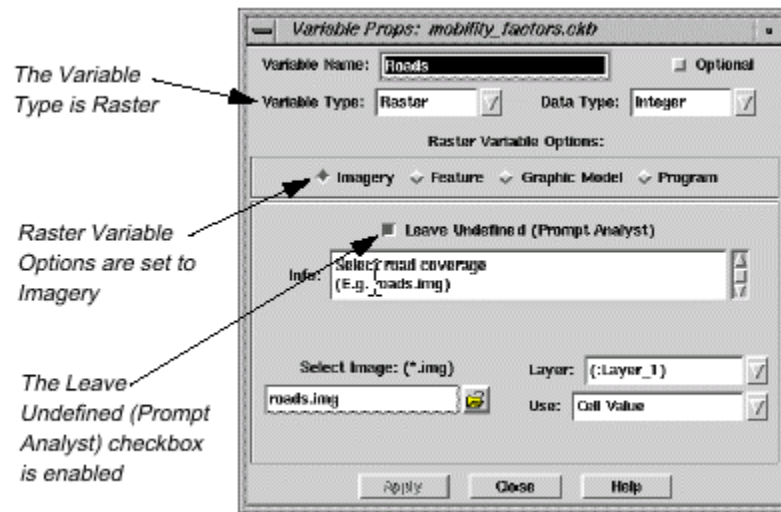
Esta base de conocimiento fue creada para definir la mayor cantidad de variables requeridas. Por ejemplo, las vías son las áreas más fáciles de atravesar, de manera que se requiere una variable para definir dónde están las vías que pueden ser usadas.

1. En el diálogo Knowledge Engineer, haga click en el tabulador **Variables**. Las variables de la base de conocimiento *mobility\_factors.ckb* se despliegan.

*Double-click the Roads variable to see its properties*



2. En la lista **Variables**, haga doble-click en la variable **Roads**. El diálogo Variable Props se abre.



En el diálogo Variable Properties, usted puede ver que **Variable Type** is **Raster** y que la opción **Imagery** está seleccionada debido a que la entrada es una imagen.

Esta base de conocimiento es transportable, usted puede pasarla a un colega en otra oficina o re-usarla usted mismo para automatizar un proceso de producción. Así que, en lugar de seleccionar una imagen específica para utilizarla, la opción **Leave Undefined** está seleccionada y en la ventana **Info** se debe teclear el tipo de dato que usted quiere que el usuario final suministre (p.ej., **Select road coverage**).

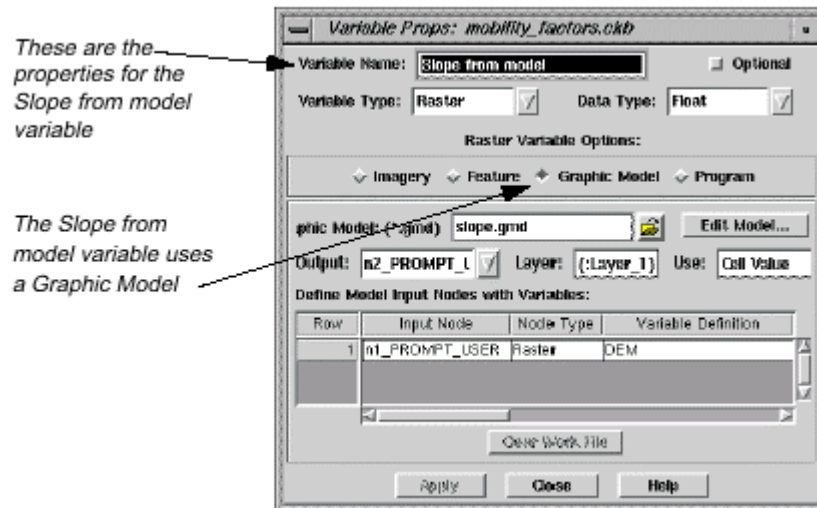
El mismo tipo de variables de imágenes se ha definido para la clasificación de cobertura de la tierra (**Terrain Categorization**), Digital Elevation Model (**DEM**) y fotografía aérea photo (**Aerial Photo**).

Algunas de las variables de imágenes son usadas directamente en las reglas (tal como la variable **Terrain Categorization** que se usa para identificar las zonas abiertas en la imagen). Otras se usan indirectamente para calcular valores de variables.

Por ejemplo, las zonas abiertas (p.ej., césped, herbazal) es también favorable para el cruce de vehículos pero no lo es si el terreno es muy empinado. El hecho que un area sea una zona abierta puede ser determinado por la clasificación de cobertura de la tierra (la variable **Terrain Categorization**), pero usted no tiene una imagen que indique la pendiente del terreno de manera directa. Sin embargo, usted tiene un modelo digital de elevaciones (la variable **DEM**), que puede ser utilizado para derivar la pendiente.

## Derivación de Valores de Pendiente

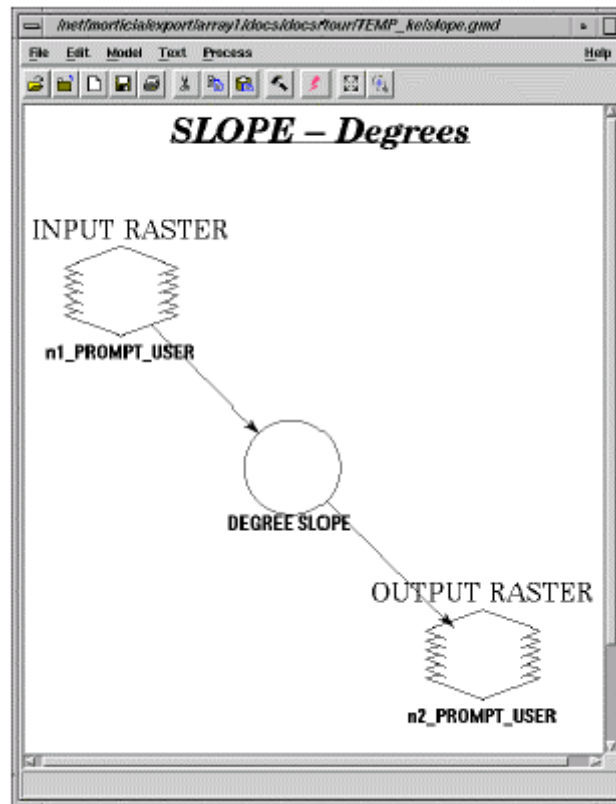
1. En el tabulador **Variables**, haga doble-click en la variable llamada **Slope from model**. El diálogo Variable Props se actualiza de manera acorde con la operación realizada.



Observe que la variable es nuevamente de naturaleza raster, de manera tal que **Variable Type** está definida como **Raster**.

En este caso, sin embargo, la opción **Graphic Model** de **Raster Variable Options** ha sido seleccionada. El modelo gráfico asociado con esta variable tiene el nombre **slope.gmd**.

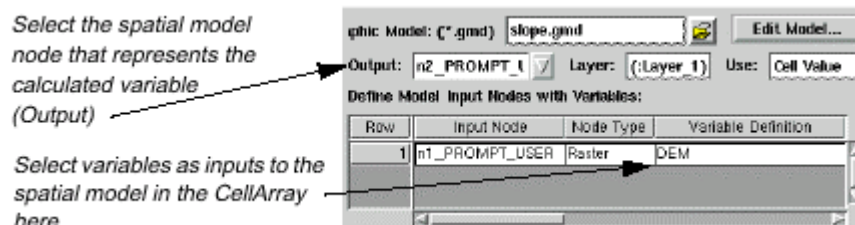
- En el diálogo Variable Props, haga click en el botón **Edit Model** para ver el modelo gráfico. Se abre el visor Spatial Modeler, que contiene el modelo que define la variable **Slope from model**.



Este es el modelo que la variable **Slope from model** usa para calcular la pendiente de cualquier lugar.

Para hacer la base de conocimiento transportable, usted no quiere definir nombres de imágenes reales en el modelo **slope.gmd**. En lugar de ello, **INPUT RASTER** y **OUTPUT RASTER** del modelo se han fijado para que el usuario las indique (**PROMPT\_USER**).

En el diálogo Variable Properties, la salida del modelo **PROMPT\_USER Input Node** se ha definido como **Output**, y el arreglo de celdas (CellArray) siguiente ha sido usado para definir cuáles variables deberían ser usadas para indicar cuál **Input Node**. En este ejemplo, al hacer click en la celda **Variable Definition** se tendrá la lista de las variables definidas, entre las cuales se seleccionó **DEM**.



Así que se ha definido una variable que calcula valores al instante cuando se requiera por otra variable (en este caso, la pendiente se deriva de un DEM).

- Haga click en el ícono Close Model o seleccione **File | Close** en el visor Spatial Modeler. El visor **Spatial Modeler** se cierra.

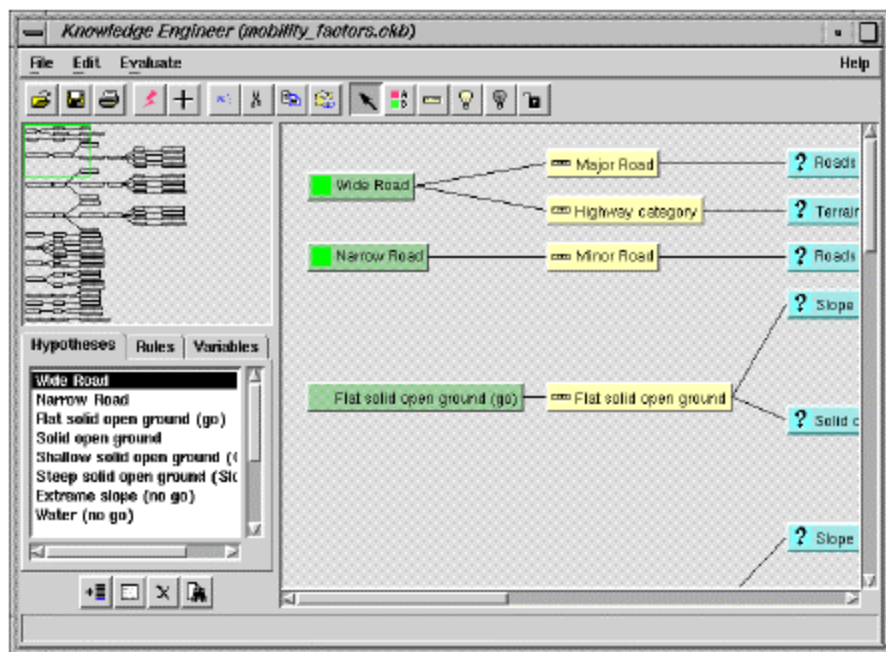


- Haga click en **Close** en el diálogo Variable Props.

## Construir Hipótesis

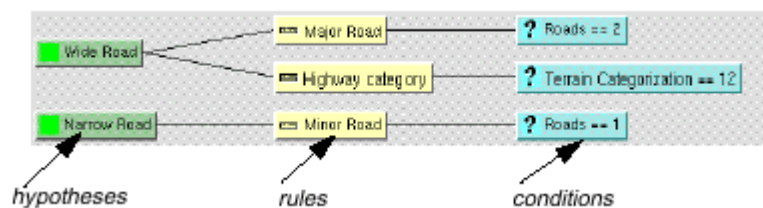
Ya que usted ha examinado cómo se pueden definir los dos principales tipos de variable de entrada, ahora usted puede examinar cómo se construye cada hipótesis en la base de conocimiento.

La base de conocimiento **mobility\_factors.ckb** se despliega:



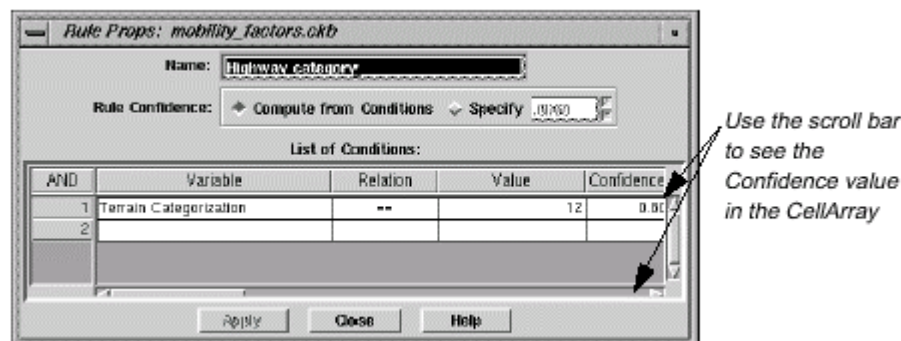
Las primeras dos hipótesis, **Wide Road** y **Narrow Road**, son bastante simples. La regla experta en estos casos es que un objeto identificado como una vía es fácilmente atravesado por los vehículos, siendo las vías principales mejores que las vías secundarias.

Consecuentemente, la hipótesis **Wide Road** tiene dos reglas (es decir, ellas tienen una declaración **OR** de manera que una de ellas debe ser cierta para que la hipótesis sea cierta). La primera busca vías principales (DN value 2) en la variable **Roads** (roads.img), y la segunda busca pixeles que se hayan identificado como vías mediante la clasificación supervisada.



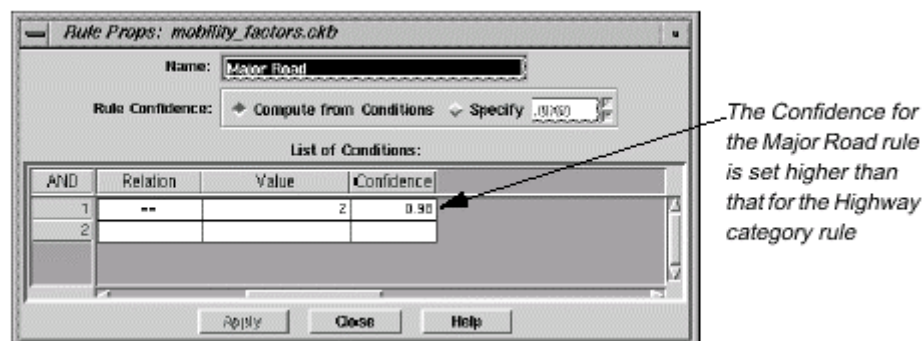


1. Haga doble-click en la regla **Highway category**. El diálogo **Rule Props** se abre.



El diálogo Rule Props muestra cómo esta regla particular depende del archivo **Terrain Categorization (supervised.img)**.

2. En el diálogo Rule Props, haga click en la barra de desplazamiento horizontal hasta que usted vea el valor de **Confidence, 0.80**.
3. En el diálogo Knowledge Engineer, haga click en la regla **Major Road**. Sus propiedades se despliegan en el diálogo Rule Props.
4. Haga click en la barra de desplazamiento horizontal hasta que vea el valor de **Confidence, 0.98**.



Observe que el campo **Confidence** para la regla **Highway category** se ha fijado en un valor mucho más pequeño que el de **Confidence** para la regla **Major Road**. Esto se debe a que usted tiene menos certeza de los resultados de una clasificación de probabilidad máxima que de la información de un mapa vial.

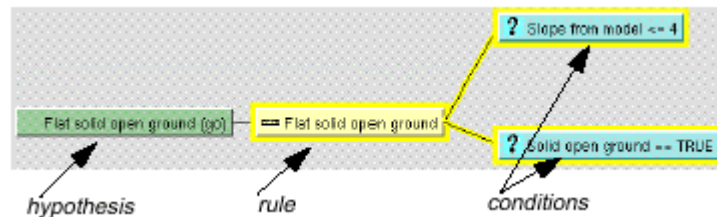
Las siguientes cuatro hipótesis trabajan de la misma manera. La regla experta es que los tipos de zonas abiertas son buenos para el paso de vehículos. Sin embargo, a medida que las pendientes son más fuertes, las zonas abiertas se vuelven menos manejables hasta que se convierten en prácticamente impasables cuando los ángulos de inclinación son muy grandes.

5. Haga click en **Close** en el diálogo Rule Props.

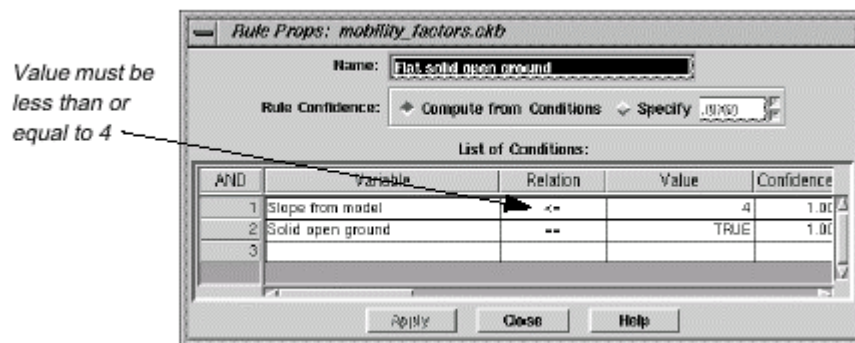


## Definición de criterios AND

Estas hipótesis también demuestran la utilización de criterios **AND** en una regla. La hipótesis **Flat solid open ground (go)** también tiene únicamente una regla, pero dicha regla tiene dos condiciones. Las dos condiciones deben ser ciertas para que la regla sea cierta.

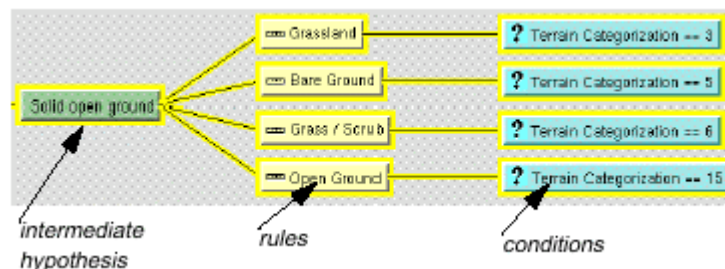


1. Haga doble-click en la condición **Slope from model <= 4**. El diálogo **Rule Props** se abre.



En el arreglo de celdas de **List of Conditions**, la pendiente calculada por la variable **Slope from model** debe ser menor o igual a 4 grados, y (es decir, **AND**, observe la columna del extremo izquierdo del arreglo de celdas) la variable **Solid open ground** debe ser cierta para que esta regla pueda ser cierta.

2. Haga click en **Close** en el diálogo Rule Props. La regla **Flat solid open ground** está definida por una hipótesis intermedia: **Solid open ground**.
3. En el diálogo Knowledge Engineer, haga click en la barra de desplazamiento horizontal y muévela a la derecha hasta que pueda ver la hipótesis intermedia **Solid open ground**.

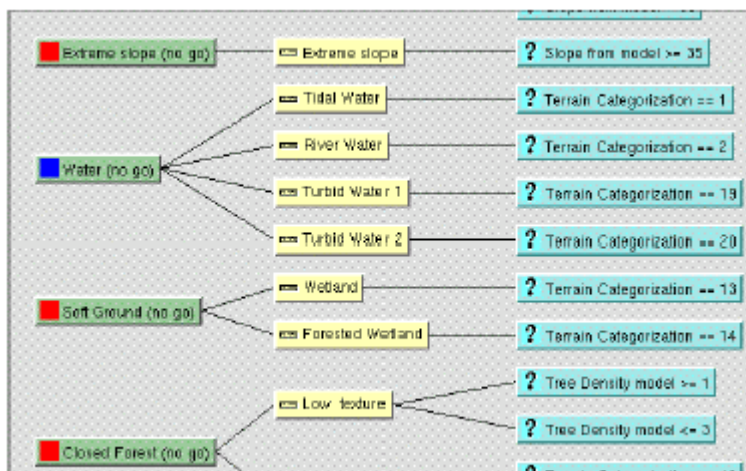


La hipótesis intermedia **Solid open ground** usa la variable **Terrain Categorization** para identificar varios tipos de cobertura de zonas abiertas.

## Chequeo de Otras Hipótesis

Usted puede chequear otras hipótesis listadas a lo largo de la parte izquierda del diálogo Knowledge Engineer.

1. Posicione la barra de desplazamiento horizontal en el extremo izquierdo del diálogo Knowledge Engineer.
2. Mueva la barra de desplazamiento vertical hacia abajo hasta que usted vea la hipótesis **Water (no go)**.



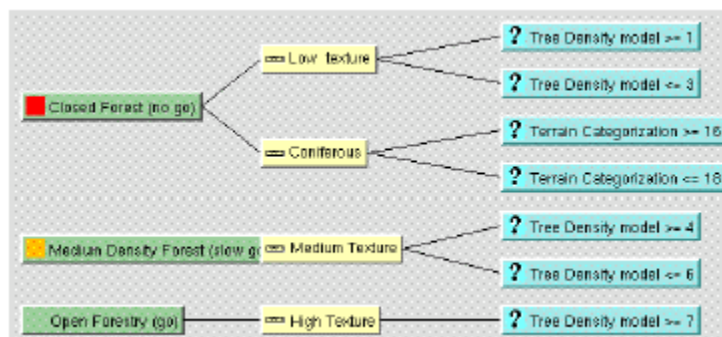
La hipótesis **Water (no go)** es una regla experta simple que establece que si la variable **Terrain Categorization** muestra que un lugar es agua, él es imposable.

3. Observe la hipótesis debajo de **Water (no go)**: **Soft Ground (no go)**. De manera similar, la hipótesis **Soft Ground (no go)** es una regla experta simple que establece que si la variable **Terrain Categorization** indica que un sitio es un tipo de tierra húmeda, él es imposable.

## Presentación de la Lógica Espacial de la Base de Conocimiento

Las tres hipótesis de bosque son más complicadas, y muestran cómo los operadores espaciales pueden ser usados dentro de IMAGINE Expert Classifier para crear un clasificador con “conciencia espacial” (en lugar de un clasificador tradicional por pixel).

1. Use la barra de desplazamiento vertical para examinar las diferentes hipótesis de bosque.

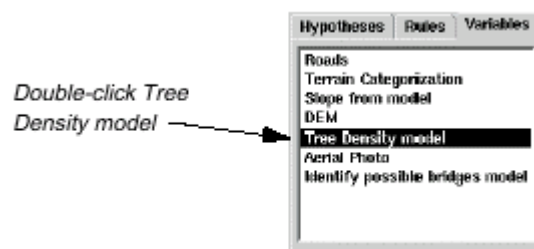


La regla experta es que un dosel de bosque abierto es más fácil de atravesar que un dosel de bosque cerrado debido a que los espacios entre los troncos son más estrechos en un dosel cerrado (es decir, los árboles son más viejos y tienen troncos grandes). Sin embargo, es difícil determinar el cierre del dosel en un método pixel por pixel.

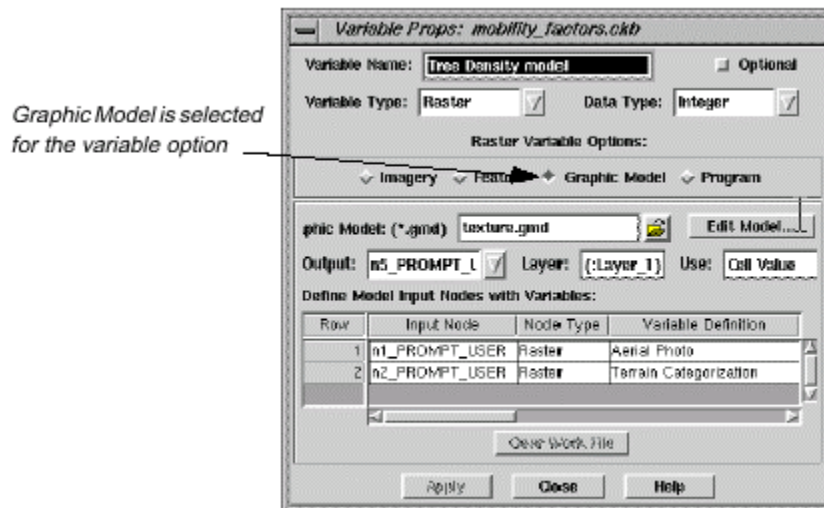
Hasta cierto punto, el cierre del dosel puede ser inferido del tipo de cobertura arbórea. Por ejemplo, si la cobertura es conífera, es muy probable que exista un dosel cerrado y troncos cercanos. Sin embargo, esto es más difícil de establecer para coberturas mixtas y otros tipos de cobertura arbórea.

Por consiguiente, esta hipótesis particular también busca en la fotografía aérea para determinar el cierre del dosel. Sin embargo, usted no puede determinar el estado del dosel en una base pixel por pixel. En lugar de ello, la variable **Tree Density model** (usando las variables **Aerial Photo** y **Terrain Categorization** como entradas) ejecutan un modelo gráfico (**texture.gmd**).

- Haga click en el tabulador **Variables** en el diálogo Knowledge Engineer.

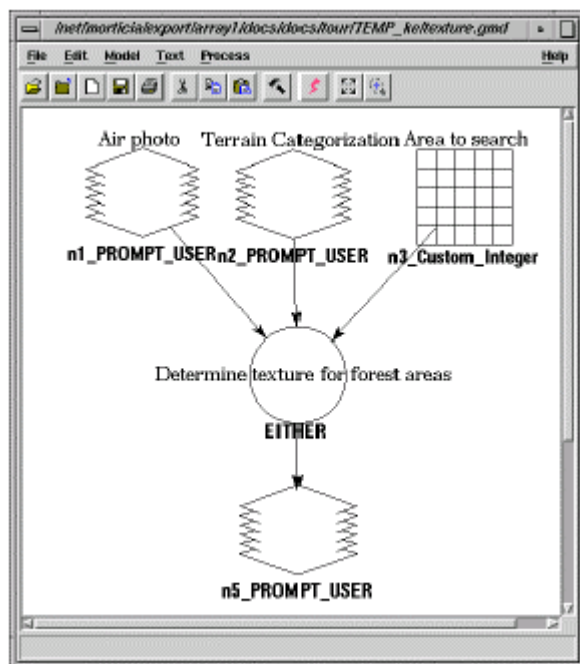


- Haga doble-click para seleccionar la variable **Tree Density model**. El diálogo Variable Props para la variable **Tree Density model** se abre:



- Observe que Raster Variable Options para la variable **Tree Density model** está fijado en **Graphic Model**. El modelo que proporciona información para la variable **Tree Density model** es **texture.gmd**.

- Haga click en el botón **Edit Model** en el diálogo Variable Props. El visor de Spatial Modeler se abre y despliega el modelo **texture.gmd**.

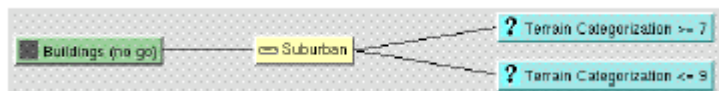


Este modelo, **texture.gmd**, es un modelo que busca en cada posición que se ha determinado como cobertura arbórea (a partir de la variable **Terrain Categorization**), y analiza tanto el número digital (DN) de la foto aérea en esa posición como los valores DN en los sitios adyacentes (usando una ventana móvil de 3 x 3) para determinar la textura local. Esta variable espacial es luego usada en las hipótesis **Close Forest (no go)**, **Medium Density forest (slow go)**, y **Open Forestry (go)** para determinar la densidad relativa del dosel de árboles y, por consiguiente, determinar la facilidad relativa del paso de vehículos.

- Seleccione **File | Close** en el visor Spatial Modeler.
- Haga click en **Close** en el diálogo Variable Props que despliega las propiedades de la variable **Tree Density model**.

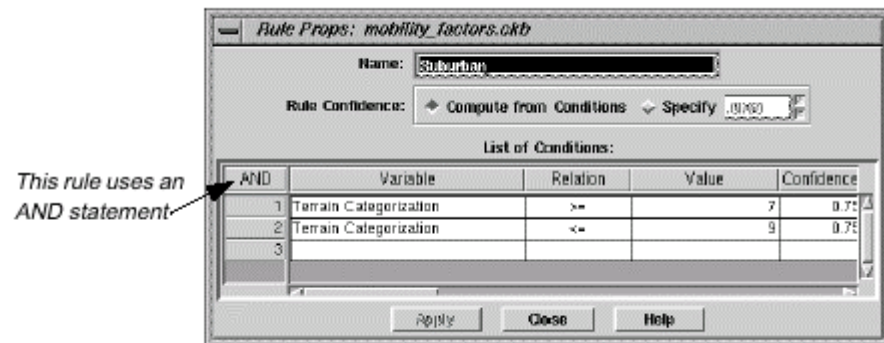
## Chequeo de la Creación de Hipótesis

La hipótesis **Buildings (no go)** es una regla experta simple que establece que si **Terrain Categorization** muestra que un sitio es un tipo de área urbanizada, él es impasable.



Los niveles de confianza (confidences) se mantienen bajos para estas reglas de manera que ellos no superen las hipótesis **Wide Road** y **Narrow Road**. Es decir, las vías dentro de las áreas urbanizadas se pueden atravesar.

1. Haga doble-click en la regla **Suburban** adjunta a la hipótesis **Buildings (no go)**. Se abre Rule Props para la regla **Suburban**.

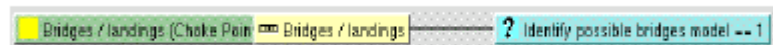


2. En el diálogo Rule Props, mueva la barra de desplazamiento horizontal completamente hacia la derecha.
3. Observe que los valores de **Confidence** se han fijado en **0.75**.
4. Haga click en **Close** en el diálogo Rule Props.

## Identificación de Puntos de Obstrucción

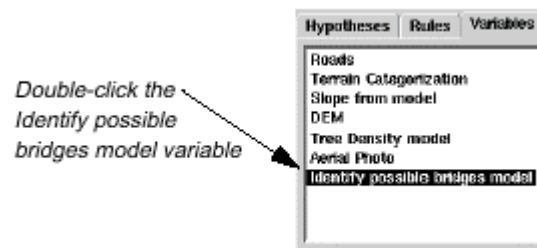
La hipótesis final es otro buen ejemplo de la capacidad espacial de IMAGINE

Expert Classifier. Esta hipótesis identifica puntos de bloqueo en la red vial —puntos en donde la vía se estrecha considerablemente y el tráfico no puede circunnavegar, y por la tanto, se presenta un punto impasable potencial. El principal ejemplo de estos puntos son los puentes.

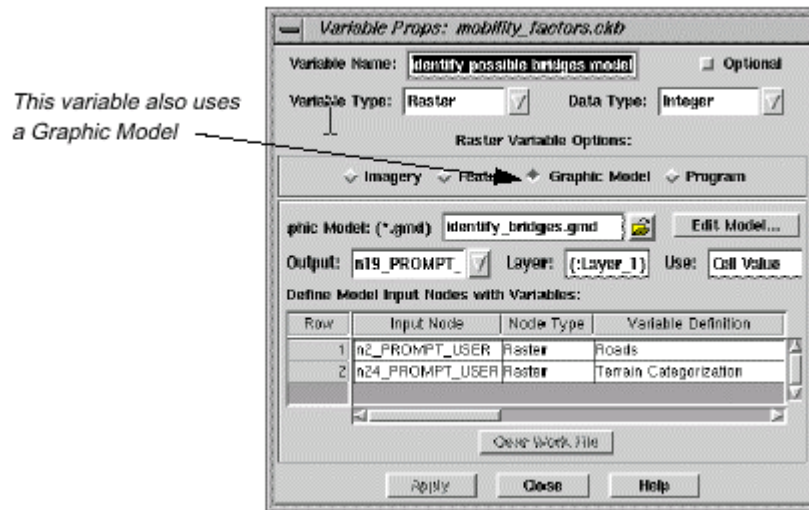


La identificación de los puentes parece una proposición fácil: encontrar las vías que atraviesan agua. Sin embargo, la única información que tenemos sobre la ubicación de los cuerpos de agua es la clasificación de cobertura de la tierra (la variable **Terrain Categorization**), la cual no identifica el agua que fluye por debajo de otros objetos. Por consiguiente, se requiere una aproximación más compleja.

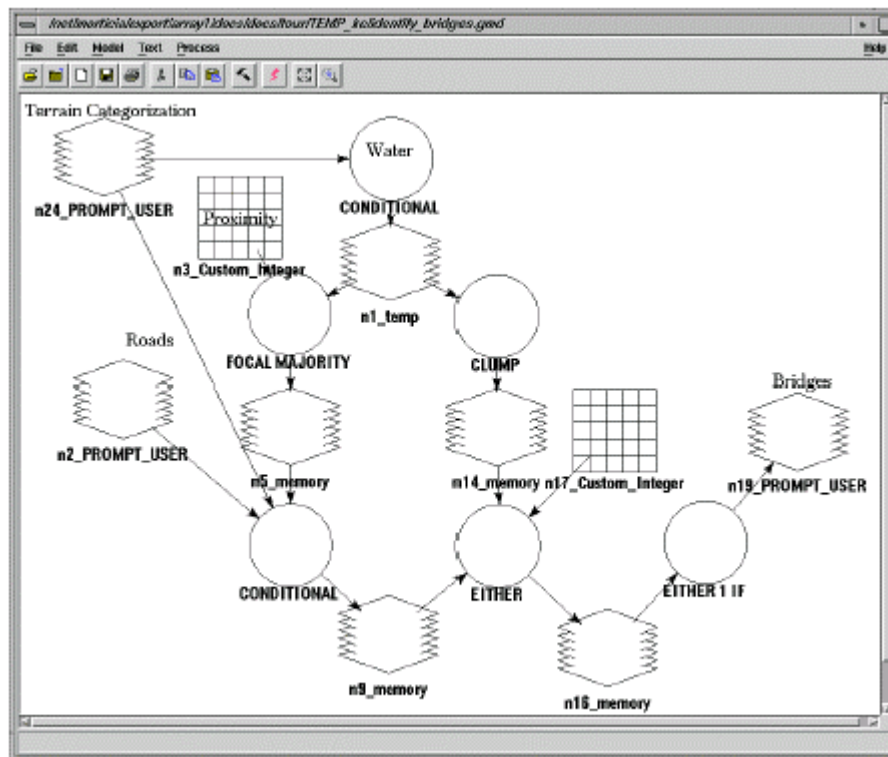
1. Haga click en el tabulador **Variables** en el diálogo Knowledge Engineer.



- En el tabulador **Variables**, haga doble-click en **Identify possible bridges model**. El diálogo Variable Props para la variable **Identify possible bridges model** se abre.



- Haga click en el botón **Edit Model** en el diálogo Variable Props. El modelo usado para identificar los puentes potenciales, **Identify\_bridges.gmd**, muestra la regla experta.



Como usted no puede identificar inmediatamente las vías que cruzan agua, usted debe buscar las vías que están próximas al agua. Esto podría hacerse con un “buffer” (ejecutando una función Search) alrededor de las vías y superponiendo los resultados con la ubicación de los píxeles de agua. Sin embargo, muchas vías simplemente están a lo largo de lagos o ríos y no necesariamente constituyen una amenaza de obstrucción. En lugar de ello, es mejor identificar las vías que están localizadas muy cerca de por lo menos dos cuerpos de agua discretos (es decir, uno a cada lado del puente).

De manera que, **identify\_bridges.gmd** primero identifica todos los píxeles de agua en la clasificación de cobertura de la tierra. Esas posiciones son la entrada de dos procesos. El primero encuentra todas las posiciones que están muy cerca de agua usando una ventana circular móvil de 5x5. Estos sitios son luego superpuestos con la localización de las vías (a partir de las variables **Roads** y **Terrain Categorization**) para identificar las vías que están muy cerca al agua. Al mismo tiempo, los píxeles de agua son utilizados para correr un proceso Clump para producir cuerpos de agua discretos con una numeración única. Luego se usa una función Focal Diversity en cada sitio determinado como una vía cercana al agua para establecer cuántos cuerpos de agua discretos han sido cerrados. Si se han identificado más de dos cuerpos de agua, entonces la vía se señala como un puente potencial u otro punto de obstrucción. Esta información se usa luego en la regla experta **Bridges/landings (Choke Point)**.

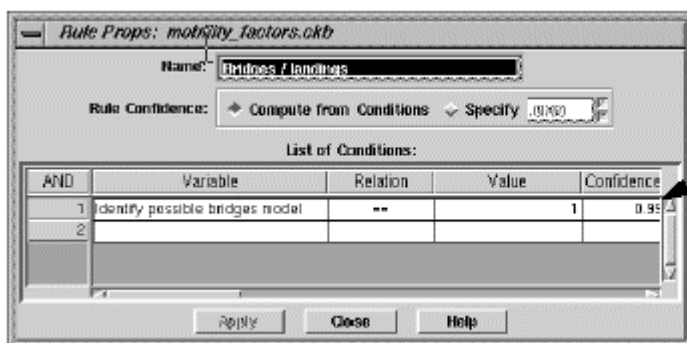
Esto proporciona un ejemplo claro de cómo usar IMAGINE Expert Classifier para integrar reglas con “conciencia espacial”. En este caso, los valores de los píxeles vecinos son analizados para ayudar a determinar el uso de la tierra (puentes versus vías) de los píxeles destino.

4. Haga click en el ícono Close Model, o seleccione **File | Close** en el visor Spatial Modeler.



Observe que la hipótesis **Bridges/landings (Choke Point)** siempre va a ocurrir en la ubicación de píxeles que también cumplan los requerimientos definidos para las clases **Wide Road** o **Narrow Road** (es muy difícil crear reglas expertas que siempre sean mutuamente exclusivas). Por consiguiente, los valores de **Confidence** en la regla **Bridges/landings** han sido definidos más altos que en las reglas de vías normales. De esta manera, la hipótesis **Bridges/landings (Choke Point)** siempre toma precedencia en las clasificaciones.

5. En el diálogo Knowledge Engineer, haga doble-click en la regla **Bridges/landings**. El diálogo Rule Props para **Bridges/landings** se abre.





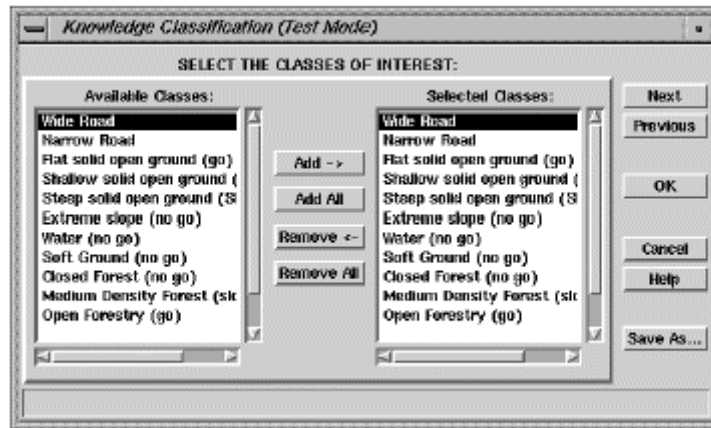
6. Mueva la barra de desplazamiento horizontal hacia la derecha para ver el valor de **Confidence**.
7. Observe que el valor de **Confidence** de la variable **Identify possible bridges model** está fijado en **0.99**.
8. Haga click en **Close** en el diálogo Rule Props.
9. Haga click en **Close** en el diálogo Variable Props.

## Ejecución de la Clasificación Experta

1. En el diálogo Knowledge Engineer, haga click en el ícono Run, o seleccione Evaluate | Test Knowledge Base.

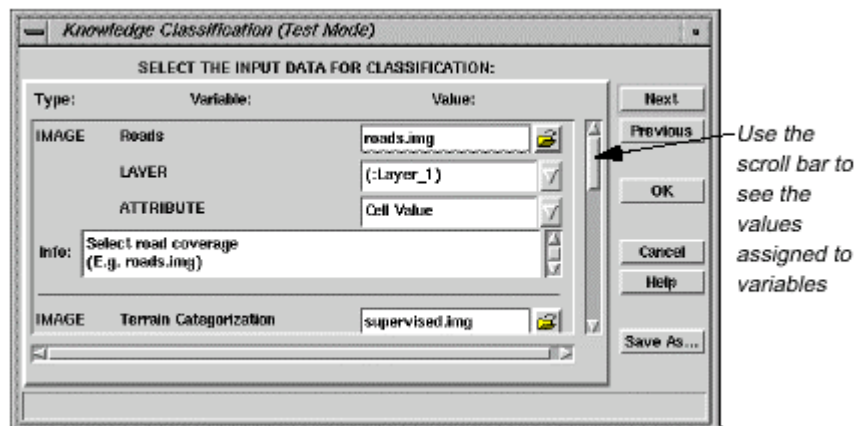


El diálogo Knowledge Classification (Test Mode) se abre en el panel **Select the Classes of Interest**.



Si quiere ver los resultados de todas las clases; puede proceder con el panel siguiente.

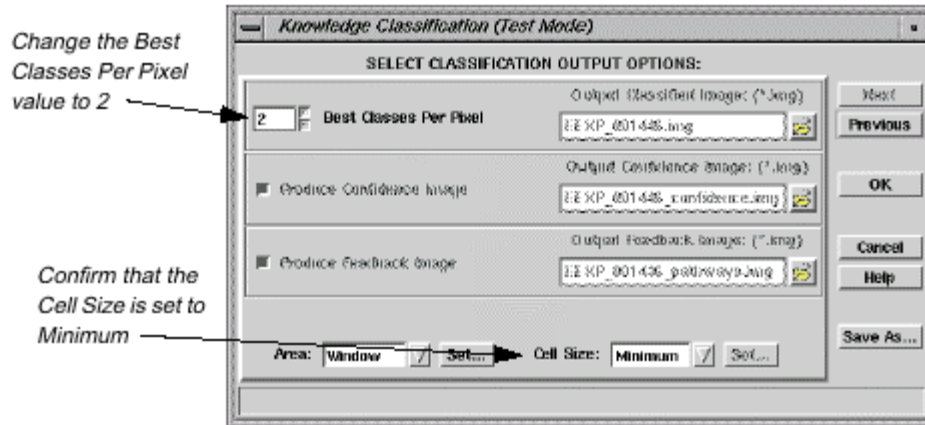
2. Haga click en el botón **Next** en el diálogo Knowledge Classification (Test Mode). El panel **Select the Input Data for Classification** se abre.



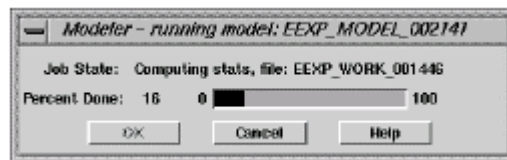


Este panel permite identificar los archivos que se usarán como variables, los cuales fueron fijados en el estado **Leave Undefined (Prompt Analyst)**.

3. Utilice la barra de desplazamiento vertical para ver las variables y sus correspondientes archivos. En esta Base de Conocimiento, la variable **Roads** está asociada con **roads.img**, la variable **Terrain Categorization** está asociada con **supervised.img**, la variable **DEM** está asociada con **30meter.img**, y la variable **Aerial Photo** está asociada con **mason\_ap.img**.
4. Haga click en **Next** en el diálogo Knowledge Classification (Test Mode). El panel **Select Classification Output Options** se abre.



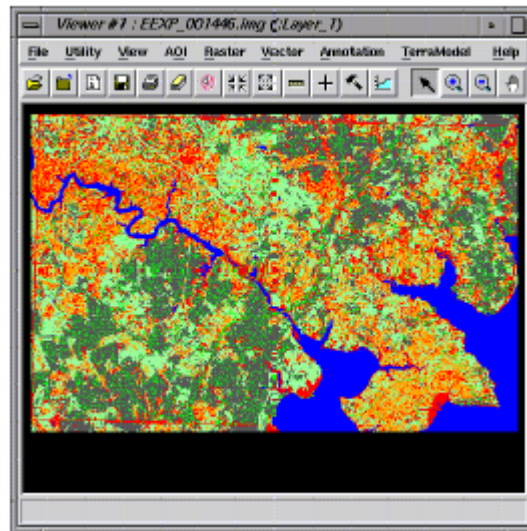
5. Cambie el valor de **Best Classes Per Pixel** a 2.
6. Confirme que **Cell Size** esté fijado en **Minimum**.
7. Haga click en **OK** en el panel Select Classification Output Options del diálogo Knowledge Classification (Test Mode). Se abre el diálogo **Job Status**, que reporta el progreso de la clasificación experta.



8. Cuando el trabajo esté completo, haga click en **OK** en el diálogo Job Status.

*Usted puede definir una preferencia para cerrar automáticamente el diálogo Job Status después que haya terminado el cálculo. Esa posibilidad está ubicada en la categoría **User Interface & Session** de Preference Editor.*

Cuando el proceso esté completo, la clasificación se despliega en un Viewer.



## Evaluación de Areas de Ríos

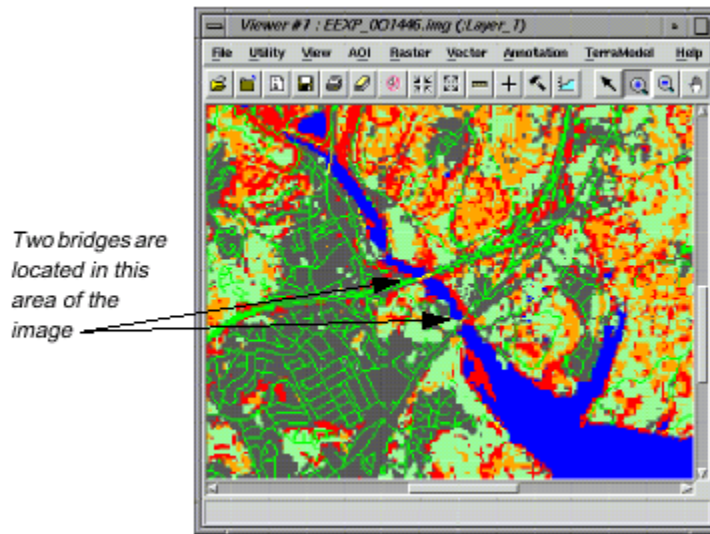
Ahora que la clasificación está completa, usted puede hacer “zoom in” y ver lo que IMAGINE Expert Classifier definió como puentes potenciales.

1. En la barra de herramientas del Viewer tool bar, haga click en el ícono **Zoom In**.



2. Mueva su mouse en el Viewer, y haga click sobre un área del río.

3. Haga click tantas veces como sea necesario para ver el detalle del área.



4. Haga zoom in hasta que usted pueda ver pixels amarillos en las posiciones en donde están ubicados los puentes, los cuales indican la clase **Bridges/landings (Choke Point)**.

Si usted considera el diálogo Knowledge Engineer, usted puede ver que la hipótesis **Bridges/landings (Choke Point)** tiene un cuadrado de color amarillo. Así que los pixeles de esa clase también son amarillos.

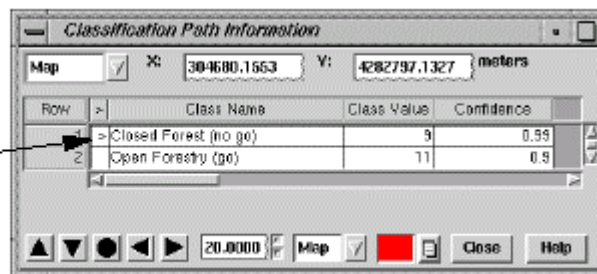
### Use Pathway Feedback

Usted puede usar el cursor de retroalimentación de rutas para analizar la clasificación en el Viewer.

1. Haga click en el ícono **Classification Pathway Feedback Mode** en el diálogo Knowledge Engineer. El diálogo **Classification Path Information** se abre.



The class beneath the inquire cursor is identified here



En el diálogo Classification Path Information, la segunda fila en el CellArray especifica la segunda clase más probable (hipótesis) para este pixel (debido a que usted solicitó las dos mejores clases por pixel (**2 Best Classes Per Pixel**) en la página 514).

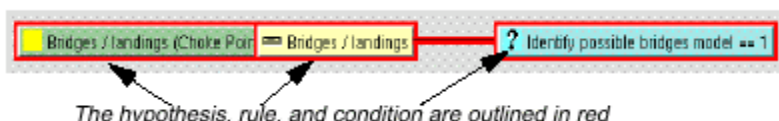
Un cursor “inquire” se coloca en el Viewer que contiene la clasificación y la ruta a la que corresponde está resaltada en rojo en el diálogo Knowledge Engineer.

- Haga click en el ícono **Select** en la barra de herramientas del Viewer.



- Haga click, mantenga presionado y arrastre el cursor “inquire” hasta un pixel amarillo en el Viewer.

El diálogo Classification Path Information y el diálogo Knowledge Engineer se actualizan de manera acorde.



- Continue moviendo el cursor “inquire” en el Viewer y analice los resultados en el diálogo Classification Path Information y en el diálogo Knowledge Engineer.
- Cuando haya terminado, haga click en **Close** en el diálogo Classification Path Information.

*Un modelo gráfico (**clean\_up\_mobility.gmd**) se suministra para remover los pixeles de clasificación de sal y pimienta del mapa final de uso de la tierra. Este modelo usa una mayoría focal pero evita alterar las clases de vías y de agua.*

- Seleccione **File | Close** en el Viewer que contiene la clasificación.
- Seleccione **File | Close** en el diálogo Knowledge Engineer.

La base de conocimiento **mobility\_factors.ckb** es un ejemplo de cómo construir una base de conocimiento para tomar en cuenta las relaciones espaciales más que (o tanto como) las relaciones espectrales pixel a pixel, para derivar información de uso de la tierra. Ella también muestra cómo automatizar las tareas que se repiten en una organización o cómo usar la misma metodología en otras organizaciones. En lugar de ejecutar por separado varios modelos separados y tratar de integrar los resultados, el proceso completo se captura en una base de conocimiento que puede ser fácilmente aplicado a otros datos en otros sitios, con resultados consistentes.