



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

DPAE
Dirección de Prevención y
Atención de Emergencias



MANUAL DE USUARIO

Modelo MRIB R1.2.1 – Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá

ToolBox para ArcGIS 9.2 y Bases de Datos Complementarias

Tabla de Contenido

INTRODUCCION.....	3
1. REQUERIMIENTOS RECOMENDADOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	5
2. INSTALACION	5
3. FLUJO DE TRABAJO	9
3.1. Revisión y Aprobación Documento de Metodología.....	11
3.2. Configuración de Tablas MRIB.....	11
3.3. Entrada de Datos de Empresas.....	11
3.4. Preparación de Datos Geográficos.....	12
3.5. Geoprocesamiento con el ToolBox MRIB.....	16
3.6. Generación de Reportes del MRIB.....	19
4. CONSIDERACIONES GENERALES.....	21

INTRODUCCION

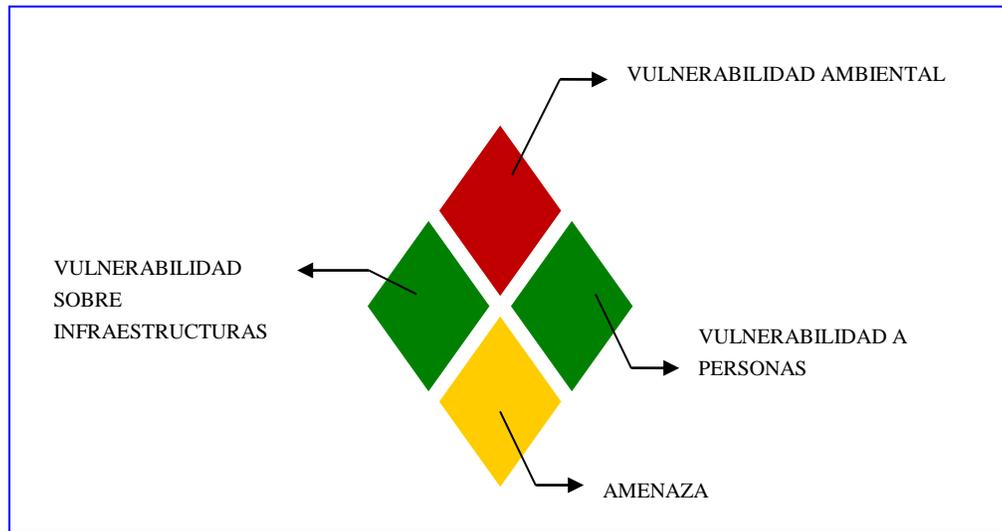
Las herramientas informáticas presentadas en este manual tienen la misión de automatizar el procesamiento de grandes cantidades de información siguiendo los criterios, metodología y proceso de análisis establecido en los documentos resultado del proyecto de Actualización de la Metodología de Generación del Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá (en adelante “la metodología”).

El modelo MRIB es un Toolbox de ArcGIS 9.2 con herramientas de geoprocésamiento para obtener el Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá, a partir de los siguientes datos de entrada:

- Tablas de Configuración (Base de Datos de Configuración del Modelo MRIB) cuyo contenido es definido en el documento “Metodología de Análisis y Elaboración de los Mapas de Riesgo Industrial para Bogotá D.C.”.
- Tabla de Datos de las Empresas a analizar. Esta tabla incluye información de levantamiento en campo de las empresas y del modelamiento de consecuencias del evento que represente el peor caso para cada empresa, realizado en el software ALOHA y previo un análisis por parte de un profesional calificado.
- Capas geográficas de las siguientes temáticas:
 - Mapa de amenazas naturales por inundación, movimientos en masa, amenaza sísmica, accidentalidad aérea.
 - Mapa de densidad de población
 - Mapa de ecosistemas estratégicos
 - Mapa de uso potencial del suelo
 - Mapa hidrológico
 - Mapa de la red de alcantarillado
 - Mapa de equipamiento incluyendo Seguridad y primeros auxilios, Salud, Servicios / Transporte, Institucional / Educación, Cultural, Religiosos, Recreacional
 - Mapa de Avalúo Urbano

El resultado de la aplicación del Modelo MRIB a un conjunto de datos como el descrito anteriormente es la valoración del riesgo que representa individualmente cada industria para su entorno, representado según la definición del “Rombo de Riesgo” dada en la metodología. Los diferentes niveles de riesgo se representan gráficamente con una codificación por colores así:

- Verde: riesgo bajo;
- Amarillo: riesgo medio;
- Rojo: riesgo alto.



Los datos de salida del modelo se graban en una Capa geográfica de puntos con:

- Las ubicaciones del peor caso modelado según la metodología, para cada empresa.
- Cada empresa tendrá en la tabla de atributos los datos del nivel de riesgo para cada categoría del rombo y el riesgo global según lo establecido en las reglas de determinación del riesgo global de la metodología.
- Los datos inicialmente cargados desde el levantamiento de datos en campo y el modelamiento de consecuencias en el software ALOHA.
- Los datos parciales obtenidos en cada paso del proceso de análisis.

Con los datos obtenidos del modelo se podrá usar una herramienta de consulta programada para ArcMap que permitirá realizar filtros sobre los datos resultantes del modelo según múltiples criterios de consulta.

1. REQUERIMIENTOS RECOMENDADOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Software:

- Windows 2000 / XP SP2 / Vista
- ArcInfo 9.2 SP5 con Network Analyst 9.2 (para procesamiento del modelo y consulta de resultados)
- ArcView 9.2 SP5 (para consulta de resultados)
- Microsoft Access 2003 ó superior (para configuración de tablas del MRIB).

Hardware:

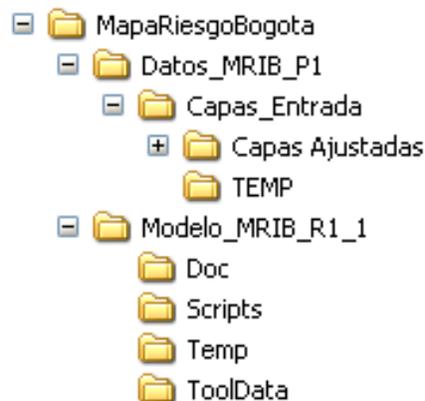
- Procesador (CPU) de Doble Núcleo de 2.0 Ghz.
- 2+ GB de RAM.
- 20GB de espacio libre en disco C y 20GB de espacio libre en el disco de instalación.

2. INSTALACION

Para instalar copie la carpeta “Modelo_MRIB_R1_x” del CD que acompaña este documento en algún lugar de su disco duro. La carpeta copiada en el disco duro y la ubicación seleccionada serán la “carpeta de instalación”.

En el CD también se suministra una carpeta de ejemplo de datos de entrada que puede ser usada de base para pruebas o copiada y trabajada para una nueva corrida del Modelo MRIB. Esta carpeta se puede copiar al disco duro en la misma ubicación de la carpeta “Modelo_MRIB_R1_x”, NO DENTRO DE ESTA.

A continuación se muestra la estructura de directorios del CD de instalación (la que podría quedar igual en el disco duro del PC donde se instale el modelo), y se explica el contenido de cada una y su papel dentro del Modelo MRIB.



- Datos_MRIB_P1: Esta carpeta contiene todos los datos de entrada y salida usados para las pruebas iniciales del modelo MRIB (de ahí P1 al final del nombre)

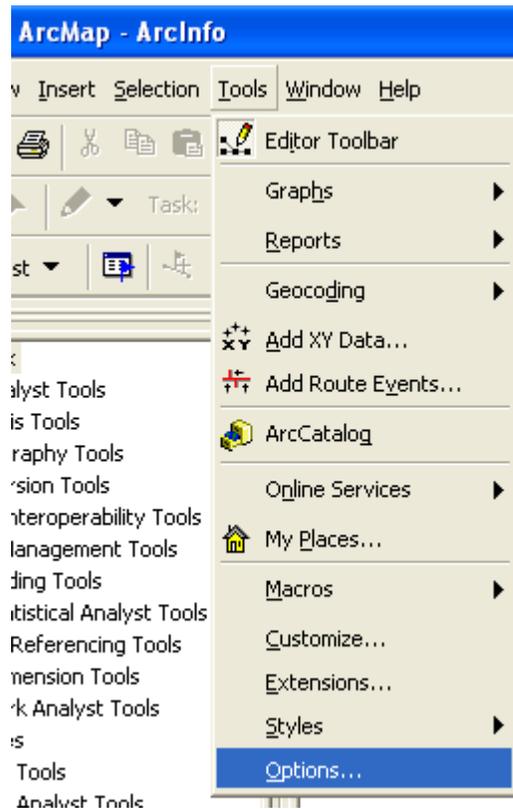
con la información entregada por DPAE. La estructura de esta carpeta es sólo una propuesta y no constituye una camisa de fuerza, ni en su organización, ni en cuanto a nombres de archivo, ya que durante el procesamiento del modelo todos los datos de entrada y salida se pueden ubicar y nombrar según las preferencias del usuario. Para el caso de las pruebas durante el desarrollo, en esta carpeta se encuentran los archivos:

- `tablas_mrrib.mdb`: Base de datos de configuración del modelo MRIB usada como entrada. Esta se basa el archivo semilla (ver carpeta ToolData más adelante).
- `Resultados.mdb`: Personal geodatabase que se usó como repositorio de los resultados del procesamiento del modelo en sus diferentes pasos.
- `Datos_MRIB_P1\Capas_Entrada`: En esta carpeta se ubicaron todos los archivos en formato shape file entregados por DPAE para ser usados durante las pruebas.
- `Datos_MRIB_P1\Capas_Entrada\Capas Ajustadas`: En esta carpeta se ubicaron los archivos que tuvieron que ser ajustados de alguna forma para poder ser usados como entrada para el modelo. Los ajustes realizados a estos archivos corresponden a las necesidades de alguno de los pasos del modelo y que están documentadas en la ayuda en línea de las herramientas del Toolbox MRIB.
- `Modelo_MRIB_R1_1`: En esta carpeta se encuentran los archivos que componen la parte ejecutable del Modelo MRIB. Las carpetas y archivos de esta carpeta no deben modificarse de ninguna forma ya que esto causaría errores indeterminados durante el procesamiento.
- `Modelo_MRIB_R1_1\Doc`: En esta carpeta se encuentran los documentos de ayuda del sistema tal como este y el diccionario de datos.
- `Modelo_MRIB_R1_1\Scripts`: En esta carpeta se encuentran los scripts en lenguaje Pitón desarrollados para el modelo MRIB.
- `Modelo_MRIB_R1_1\Temp`: En esta carpeta se encuentra el archivo `Temp.mdb` el cual es una personal geodatabase que alberga la información temporal que genera cada paso del modelo MRIB durante su procesamiento. Por cuestiones de espacio en disco duro es conveniente que periódicamente se borre y cree nuevamente (usando ArcCatalog) esta personal geodatabase para purgar cualquier archivo que haya quedado sin borrar durante ejecuciones previas del modelo completo.
- `Modelo_MRIB_R1_1\ToolData`: En esta carpeta se albergan algunos archivos de datos necesarios para ejecutar pasos del modelo. Entre estos se encuentra el archivo `tablas_mrrib_semilla.mdb` el cual se debe copiar en otra carpeta y ajustar según sea necesario para iniciar el proceso de ejecución del modelo MRIB con datos nuevos ó modificados. Este archivo es el que se uso como base para el archivo `tablas_mrrib.mdb` de la carpeta `Datos_MRIB_P1`.

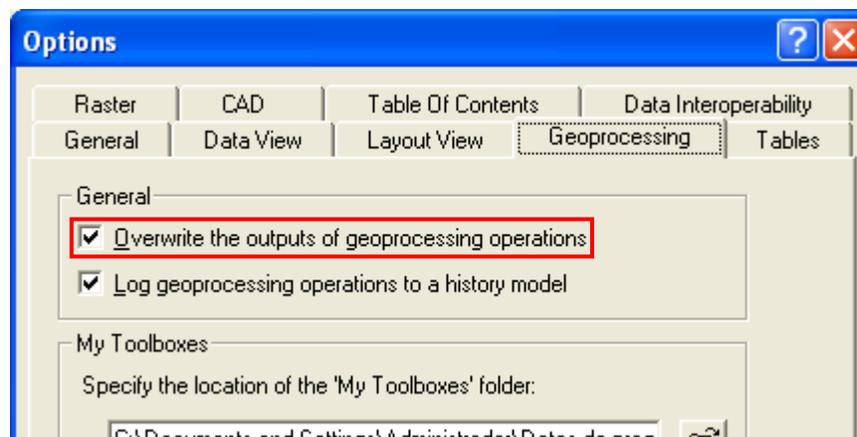
Se recomienda activar la sobreescritura de los resultados de las operaciones de geoprocésamiento. Esto facilita la repetición de ciertos pasos de la ejecución del modelo MRIB cuando sea necesario sin tener que borrar los resultados anteriores.

Para activar esta opción:

- a. Abra la ventana de Opciones de ArcMap, usando el menú `Tools / Options...`



- b. En la ventana Options ubíquese en la pestaña Geoprocessing y active la casilla de opción “Overwrite the outputs of geoprocessing operations”.

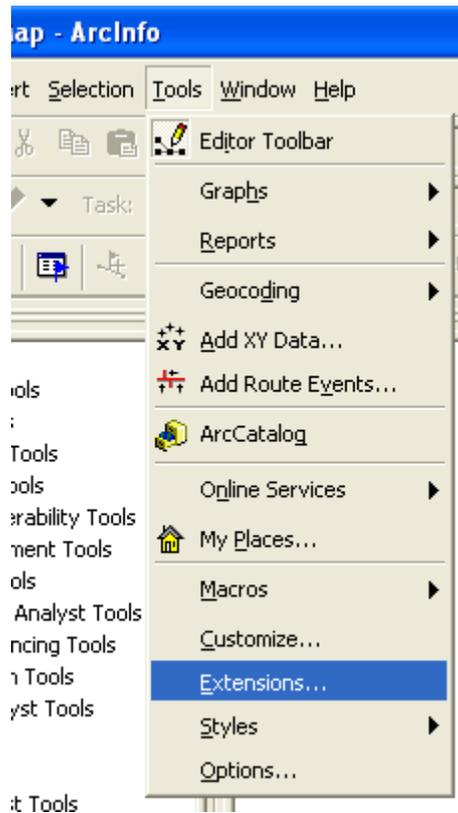


- c. Acepte los cambios.

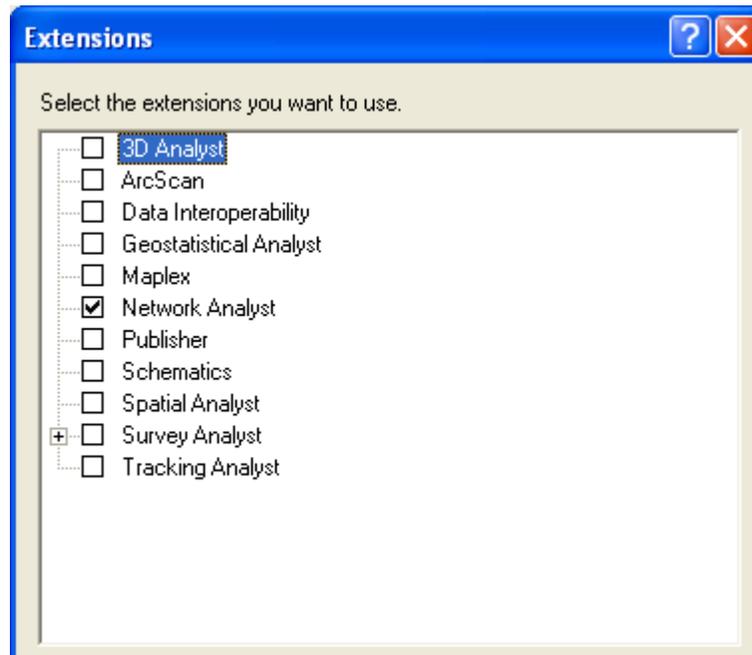
Adicionalmente a lo anterior debe asegurarse de activar la extensión de ArcGIS Network Analyst ya que sin esta extensión activada el paso 07 del modelo MRIB no se podrá ejecutar.

Para activar la extensión Network Analyst:

- a. Haga clic en la opción del menú Tools / Extensions...



- b. Active la casilla de opción Network Analyst.

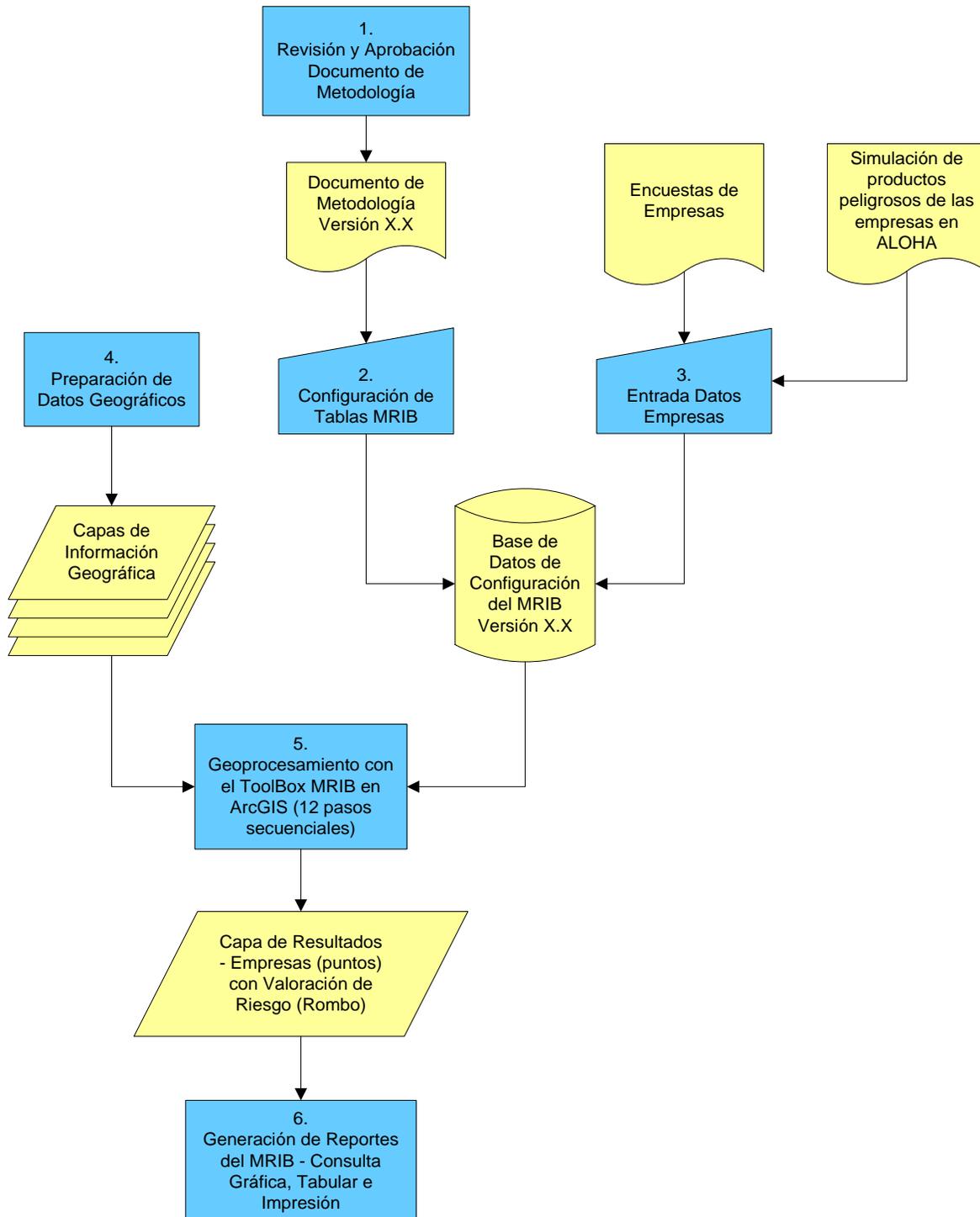


c. Cierre la ventana con el botón “Close”.

3. FLUJO DE TRABAJO

El siguiente diagrama representa el flujo de trabajo típico a seguir para el uso de Modelo MRIB en ArcGIS. Este flujo de trabajo incluye actividades de preparación de información y configuración del modelo.

Cada ejecución completa de este flujo de trabajo se puede denominar una “corrida” del Modelo MRIB. Incluso si se repite la ejecución de este flujo desde una fase posterior a la 1 ó 2 (por ejemplo si se ingresan nuevas empresas, o se ajustan valores de configuración y se ejecuta otra vez), se puede denominar “corrida”.



3.1. Revisión y Aprobación Documento de Metodología

El documento de Metodología de Generación del Mapa de Riesgo Industrial de Bogotá es la fuente de toda la información de configuración del Modelo MRIB ya que es allí donde las decisiones de los expertos, en cuanto a los factores de cálculo del modelo y las valoraciones de estos factores, se registran. Este documento es dinámico y sus tablas cambiarán según sean necesarios ajustes al mismo para lograr resultados más cercanos a la realidad de la ciudad.

Cada vez que se cambien datos de las tablas de este documento se debe generar el correspondiente registro de cambios y la correspondiente nueva versión.

3.2. Configuración de Tablas MRIB

Consecuentemente con los cambios a las tablas del documento de metodología se deben hacer los mismos ajustes a las tablas de la Base de Datos de Configuración del Modelo MRIB y generar una nueva versión igualmente.

La Base de Datos de Configuración del Modelo MRIB es una base de datos en MS Access que contiene todas las tablas necesarias para la ejecución del modelo y que tienen su contraparte en el documento de la metodología.

Para hacer cambios a la Base de Datos de Configuración del MRIB:

- a. Ubique la copia del archivo “tablas_mrrib.mdb” que quiera trabajar para generar la nueva versión. La carpeta de instalación incluye un archivo “tablas_mrrib.mdb” en la sub-carpeta de datos.
- b. Haga doble-clic en el archivo.
- c. Al abrirse el archivo aparecerá el “Panel de Control”.
- d. Navegue por las diferentes secciones – 7 en total – para ubicar las tablas del Modelo MRIB, usando los botones a la izquierda lado del nombre de la sección.
- e. Una vez ubique la tabla que desee consultar o modificar haga clic en el botón derecho para abrirla.
- f. Edite el archivo según el documento de metodología.

3.3. Entrada de Datos de Empresas

La Base de Datos de Configuración del Modelo MRIB incluye una tabla que permite, luego de haber ajustado las tablas de configuración, realizar el levantamiento en campo y la captura digital de los datos de las empresas que se usarán para ejecutar el Modelo en ArcGIS.

Parte de la información de las empresas se capturará en esta tabla partiendo de los formatos en papel ó digitales que se capturen para cada empresa en las visitas a las mismas. Otra información de esta tabla provendrá de las simulaciones de consecuencias de eventos amenazantes producidos por productos peligrosos en las empresas. En la tabla de empresas se capturará la información correspondiente al producto que represente el peor caso.

Para abrir y cargar información en la tabla de empresas:

- a. Ubique la copia del archivo “tablas_mrrib.mdb” que configuró en la fase 1.
- b. Haga doble-clic en el archivo.
- c. Al abrirse el archivo aparecerá el “Panel de Control”.
- d. Ingrese por la opción “Tabla de Empresas”.
- e. Use el botón con el “*” (asterisco) que aparece en el borde inferior de la pantalla para indicar que desea crear un nuevo registro. El sistema le mostrará un formato con todos los campos en blanco para iniciar la carga de una nueva empresa.
- f. Ingrese los datos solicitados. Muchos de los datos a ingresar se seleccionan desde listas de valores que provienen de las tablas que se configuraron en la fase 1 del proceso.
- g. En las pestañas “Seguridad de la Operación”, “Mitigación y Atención de Emergencias” y “Gestión Administrativa” (parte inferior de la ventana) genere un registro por cada uno de los elementos que encuentre en la empresa y que aparezcan en la lista de valores.
- h. Regrese al paso “e” para empezar con otra empresa.

Notas:

- *El sistema de coordenadas de los puntos de las empresas (coordenadas X,Y de la tabla de empresas), debe estar definido antes de ejecutar el modelo. En el paso 01 del geoprocesamiento se solicitará el sistema de coordenadas de las empresas y el sistema de coordenadas de salida que será el que se maneje para el resto del proceso.*

3.4. Preparación de Datos Geográficos

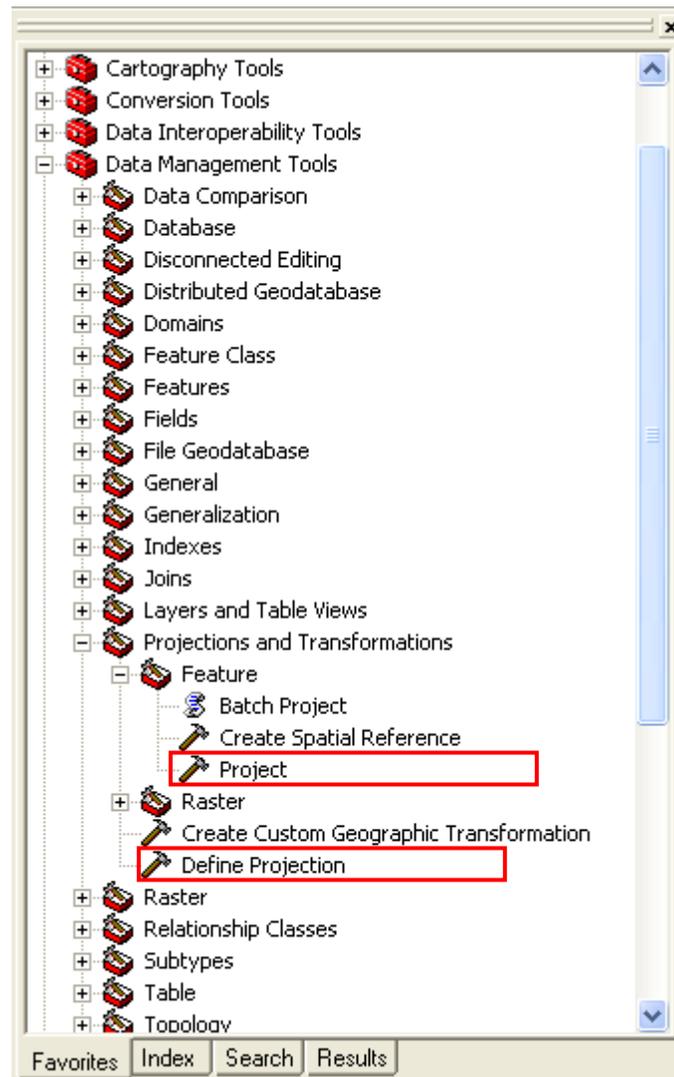
La información de geográfica de entrada del modelo debe recopilarse y prepararse en su totalidad para poder ejecutar el modelo en toda su extensión. Para los datos geográficos de entrada se recomienda lo siguiente:

- Documentar los metadatos de cada capa de información geográfica de entrada.
- La escala, exactitud y precisión de los datos de entrada están directamente relacionados con la calidad de los resultados. Fuentes de datos de alto detalle (escalas más grandes) producen más información y por consiguiente el tiempo de procesamiento será mayor, lo cual se debe tener en cuenta.
- En general la escala recomendada para los datos de entrada es 1:10.000.

El sistema de coordenadas para todas las capas geográficas de entrada se debe seleccionar con anticipación y debe ser el mismo para todas las capas antes de ejecutar el modelo. Con esto se previenen problemas inesperados y mayor tiempo de procesamiento debido a los cambios de proyección al vuelo que debería hacer ArcGIS para ejecutar las múltiples funciones de análisis espacial. Cuando una capa de información de entrada no esté en el sistema de coordenadas elegido para la ejecución del modelo ésta se debe proyectar ó asignar al sistema de coordenadas

usando las herramientas de ArcGIS.

Las herramientas de ArcGIS usadas para proyectar ó asignar un sistema de coordenadas se encuentran en el panel ArcToolBox.



Durante las pruebas del sistema se usó el sistema de coordenadas de los datos del distrito suministrados por FOPAE. El sistema de coordenadas es el siguiente:

```
Projected Coordinate System: PCS_carBOGBOG  
Projection: Transverse Mercator  
False_Easting: 92334,87900000  
False_Northing: 109320,96500000  
Central_Meridian: -74,15000000  
Scale_Factor: 1,00000000  
Latitude_Of_Origin: 4,68333300
```

Linear Unit: Meter

Geographic Coordinate System: GCS_cartBOGBOG

Datum: CGS_cartBOGBOG

Prime Meridian: Greenwich

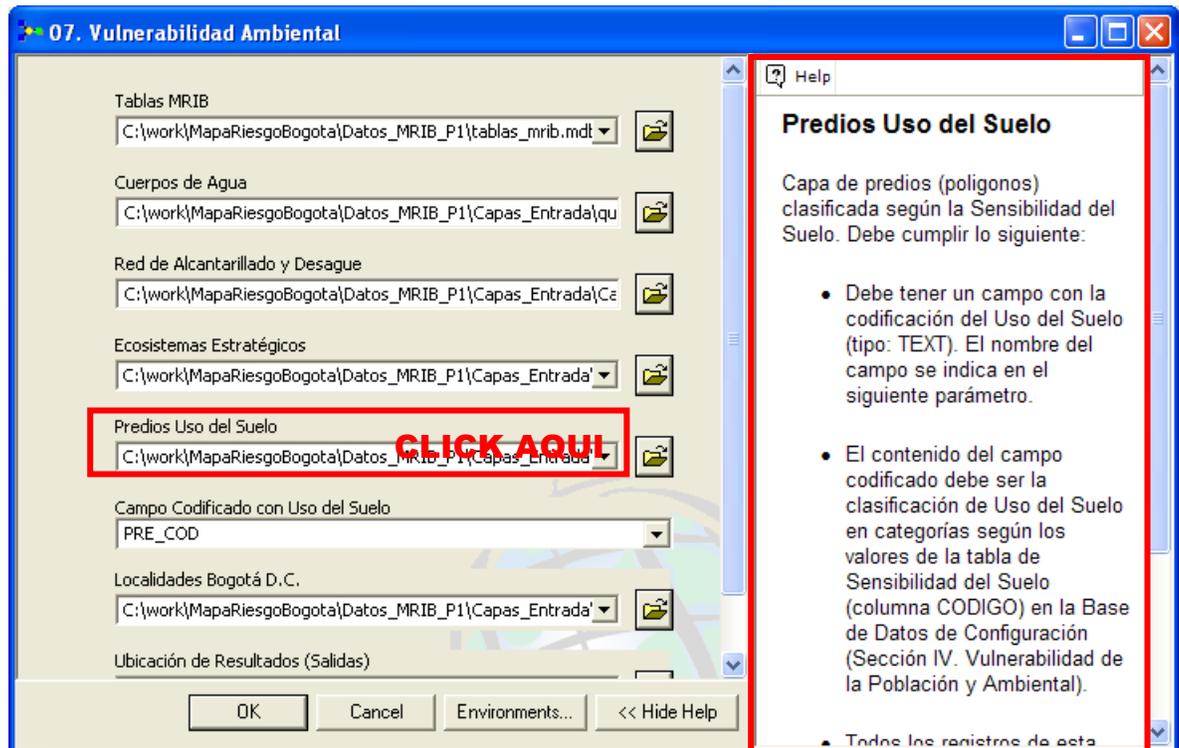
Angular Unit: Degree

Los datos geográficos a preparar son:

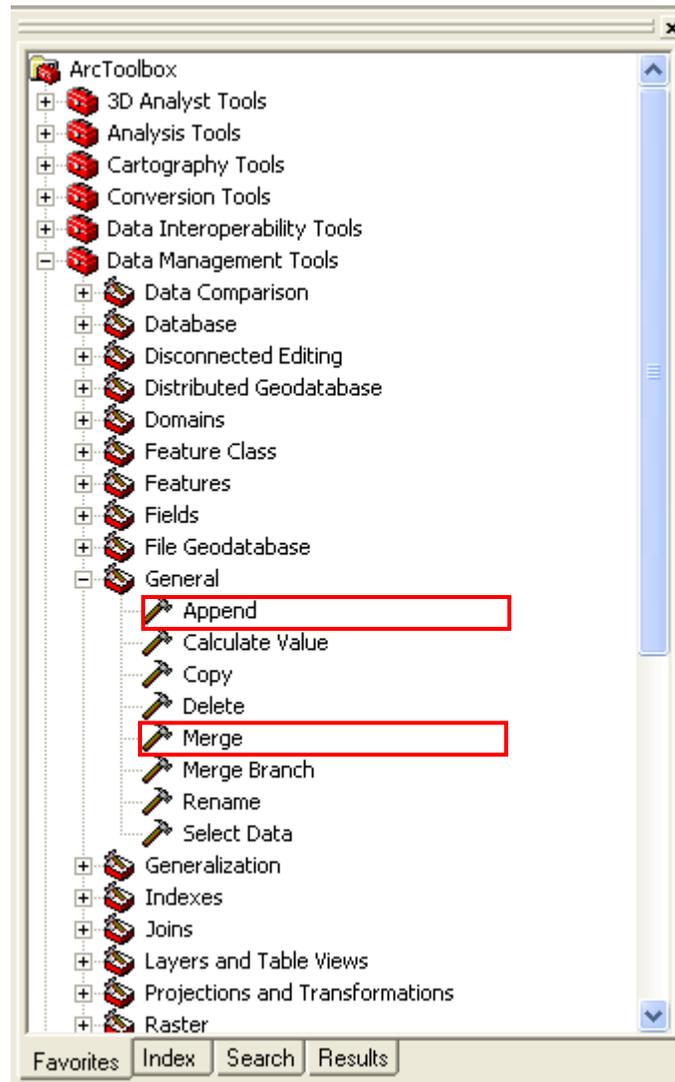
- Tabla de Empresas (coordenadas X,Y).
- Red de acueducto
- Red de Gas natural
- Poliducto
- Jetducto
- Amenaza por Inundación
- Amenaza por Remoción en Masa
- Sismicidad
- Cono de Aproximación de Aeronaves
- Ecosistemas Estratégicos
- Predios catastrales (Uso del Suelo)
- Cuerpos de Agua
- Manzanas (Densidad de Población)
- Equipamientos
- Predios catastrales (Avalúo)
- Zonas de Uso Industrial Permitido (según Planeación)
- Otros valores (ver ayuda de cada parámetro en la ventana de la herramienta).

La preparación de las capas geográficas puede incluir lo siguiente:

- Proyección de la capa al sistema de coordenadas elegido para la corrida del modelo.
- Adición del campo COD_MRIB y ajustar datos de este campo según las tablas de configuración del Modelo MRIB. En la ayuda de cada parámetro, que se puede consultar al usar la herramienta, se dan datos específicos y requerimientos especiales cuando aplique, como por ejemplo campos requeridos y su tipo. A continuación un ejemplo:



- Borrado de elementos de las capas cuando estos no coincidan con la clasificación del caso. Para borrar elementos de las capas durante los ajustes se deben usar las herramientas y procedimientos normales de ArcGIS para tal efecto.
- Concatenación de capas cuando los datos de un mismo tema solicitado como entrada para un paso del geoprocetamiento vengan en múltiples capas de información. Para la concatenación de capas se pueden usar las herramientas Append ó Merge de ArcToolBox.



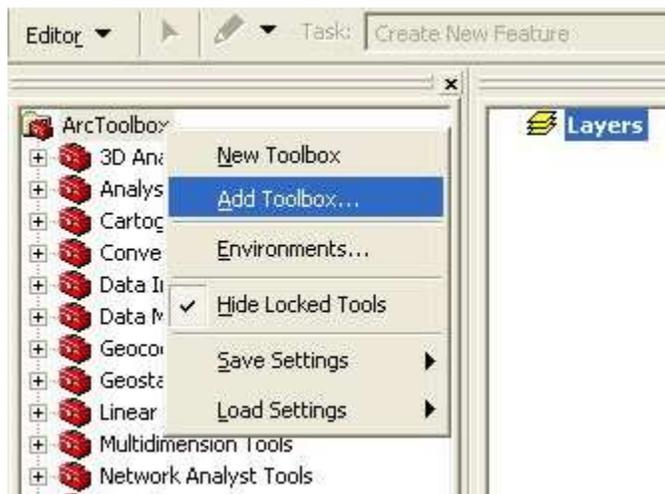
3.5. Geoprocesamiento con el ToolBox MRIB

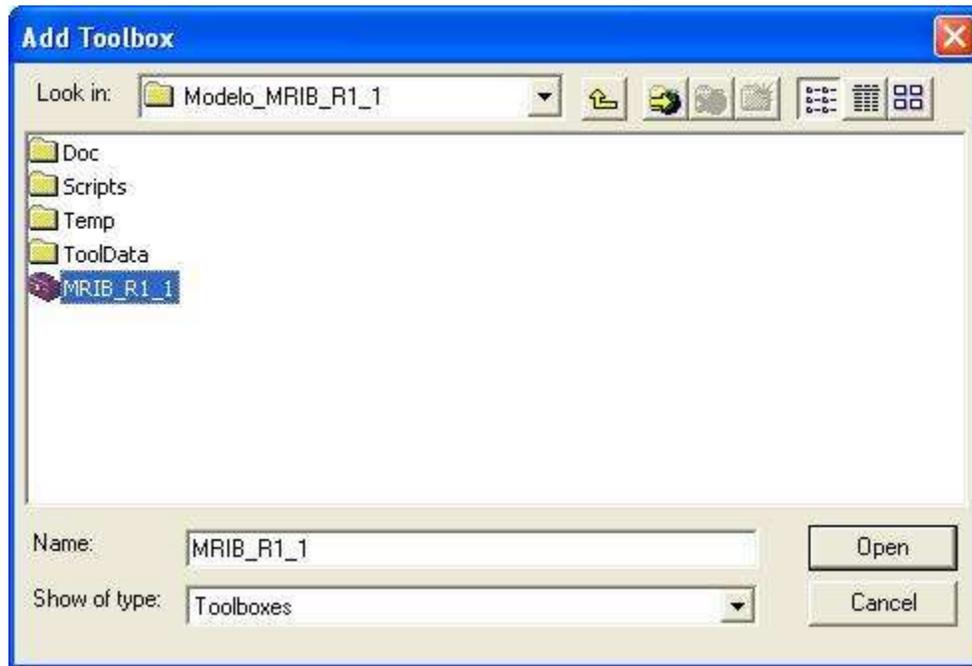
Para ejecutar el modelo MRIB en ArcGIS:

- a. Abra un nuevo documento de ArcMap.
- b. Si no tiene abierto el panel de ArcToolBox vaya al menú "Window" y seleccione "ArcToolBox".



- c. En ArcToolBox ubique el ToolBox “MRIB_R1_x” y ábralo haciendo doble-clic sobre él. Si no encuentra el Toolbox MRIB_R1_x carguelo haciendo clic-derecho sobre “ArcToolBox” y usando la opción “Add Toolbox...”. Seleccione el archivo MRIB_R1_x.tbx en la carpeta de instalación del Modelo MRIB y ábralo haciendo clic en el botón “Open”.

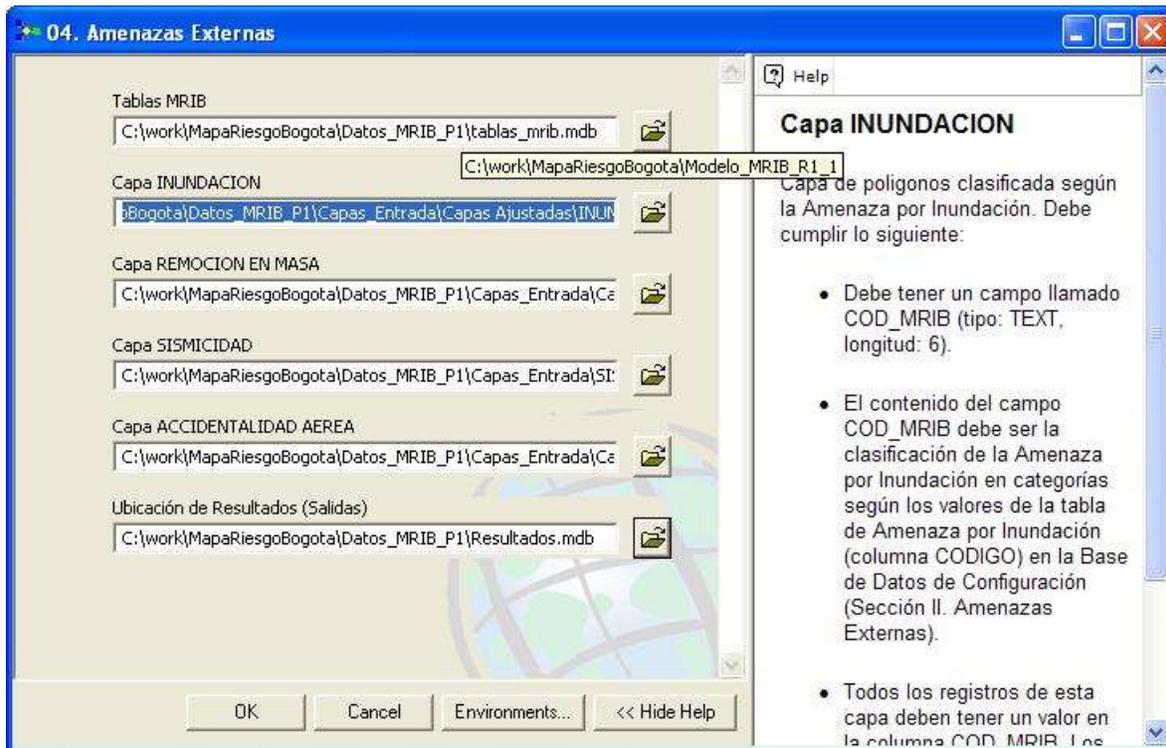




- d. Ejecute los pasos del análisis desde el 00 al 12 haciendo doble clic en cada uno.



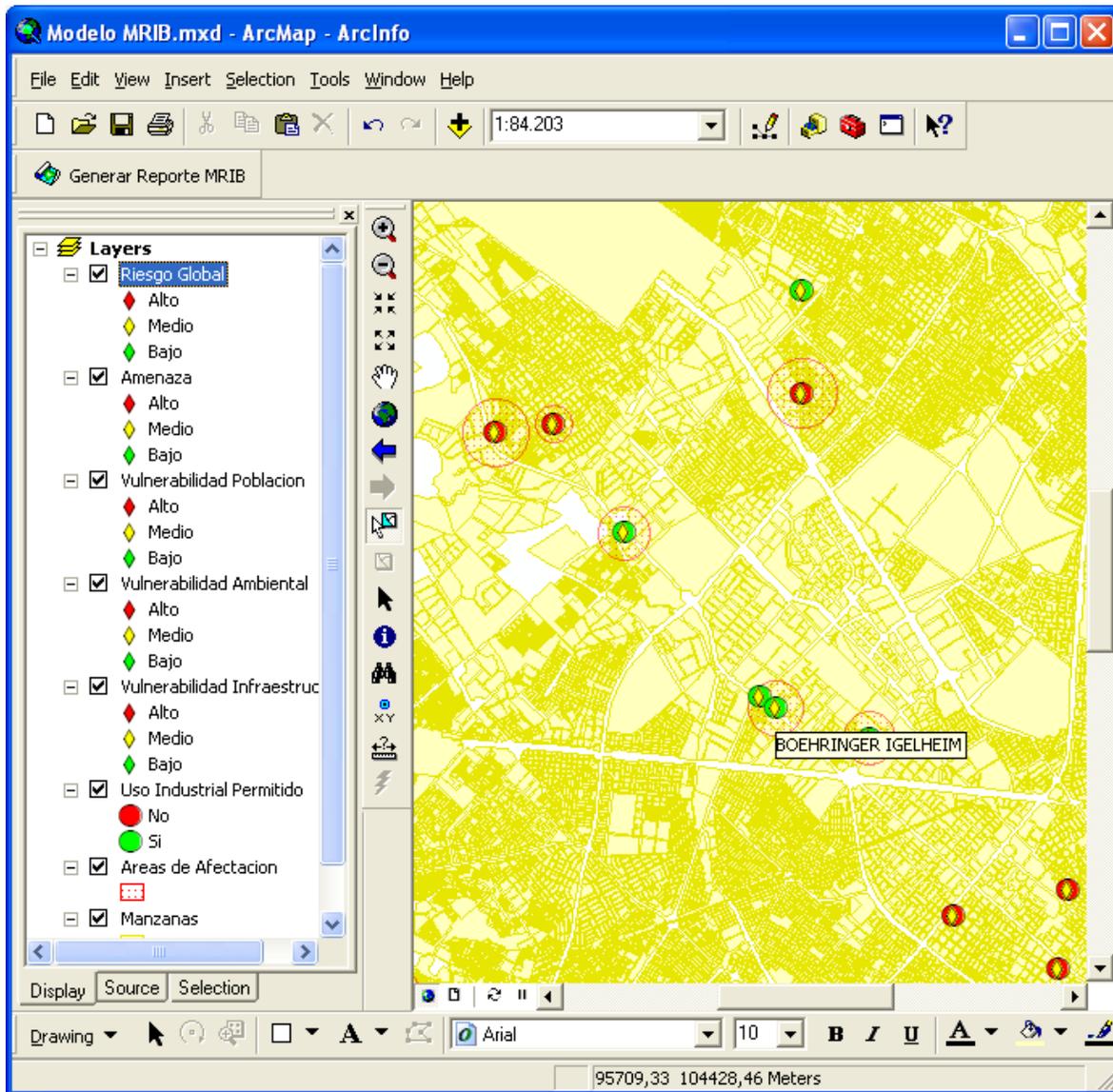
- e. Siga las instrucciones del panel de ayuda derecho en cada herramienta para el ingreso de los parámetros.



3.6. Generación de Reportes del MRIB

Para generar Reportes de los resultados:

- a. Abra en ArcMap el archivo "Modelo MRIB.mxd" de la carpeta de instalación ó una copia de este que se puede ubicar en la carpeta de datos de la corrida actual del modelo.
- b. Elimine todas las capas presentes en el mapa.
- c. Ejecute el paso 12 del Modelo MRIB (cargue el toolbox MRIB si es necesario). Este paso del modelo carga las capas de resultado de la corrida deseada y configura la simbología necesaria para el reporte de resultados.



- d. Use la herramienta en la barra de botones llamada “Generar Reporte MRIB” la cual desplegará una ventana con múltiples opciones de consulta. Esta herramienta filtrará las capas de representación de los resultados de forma que sólo aparezcan en el mapa y en la tabla de atributos de estas capas las empresas que cumplan con los criterios de filtro.



- e. La primera vez que use la herramienta en una sesión de ArcMap se le solicitará ubicar y seleccionar el archivo .mdb de la Base de Datos de Configuración a usar para la configuración de los filtros de la ventana de Reporte MRIB. Debe seleccionar la misma base de datos de configuración que usó anteriormente para procesar con el ToolBox MRIB los datos de los cuales está realizando los reportes.

Generar Reporte MRIB

Seleccione los valores que desea en cada uno de los criterios de abajo para Generar el Reporte: Clic AQUI para Generar Reporte

Básicos | Peligrosidad | Amenaza

Rombo de Riesgo

Riesgo Global

Amenaza

Vulnerabilidad Ambiental

Vulnerabilidad Infraestructura

Otros

Uso permitido del Suelo Cualquiera Industrial No Industrial

Código CIU

Radio de Afectación y

Número de Empleados y

Datos Históricos

Frecuencia del Evento

- f. Complemente la visualización con las capas de entrada de preferencia del usuario según el uso que el usuario le quiera dar a los datos. Normalmente se deberían cargar capas generales de referencia de la ciudad como el manzaneo, barrios, red vial, etc.
- g. Si por algún motivo desea cambiar la base de datos de configuración que seleccionó en el paso e. use el botón aledaño a la herramienta "Generar Reporte MRIB". Este botón le permitirá seleccionar de nuevo la base de datos de configuración.

4. CONSIDERACIONES GENERALES

a. Resultados Generados ó Salidas

La ejecución de cada paso del modelo genera datos de salida los cuales serán datos

de entrada para el siguiente paso, por lo cual todas las herramientas piden se defina la “Ubicación de los Resultados (Salida)” la cual debe ser siempre la misma para todos los pasos de una misma corrida del modelo.

Las capas de resultado final (paso 12) se cargan en ArcMap automáticamente al terminar el geoprocesamiento.

Notas:

- *La estructura y archivos de la carpeta “Modelo_MRIB_R1_x” (carpeta de instalación del modelo) es obligatoria y no se debe modificar pues allí se almacena la información temporal y otros datos mientras se procesan los datos en el modelo. Si se cambia la organización de carpetas de la carpeta de instalación se pueden producir errores al ejecutar.*

b. Como Grabar el Registro de una “corrida” del Modelo MRIB

ArcGIS 9.2 posee una pestaña en ArcToolBox llamada “Results”. Esta pestaña deja un registro grabado de las ejecuciones previas de herramientas de geoprocesamiento que se escriben con el MXD al momento de grabar permitiendo su recuperación posteriormente.

Para grabar la información sobre datos de entrada, datos de salida y mensajes retornados por las herramientas de geoprocesamiento del Modelo MRIB, haga lo siguiente:

- 1) Abra una sesión de ArcMap y grabe un MXD vacío con el nombre que desee en la carpeta de datos de entrada de esta corrida del modelo MRIB.
- 2) Cargue el Toolbox MRIB (si no está cargado) y ejecute los pasos del modelo hasta finalizar con la visualización de la capa de resultados en el paso 12.
- 3) Grabe el MXD.

Cada vez que abra el MXD grabado encontrará en la pestaña “Results” de ArcToolBox el registro de la corrida del modelo MRIB. Por cada paso ejecutado encontrará los datos de entrada, los datos de salida y los mensajes generados por el sistema. Allí podrá volver a ejecutar cualquier paso con las variables originales ó copiar la ruta de cualquiera de las capas de entrada utilizadas, etc.

Notas:

- *Si ejecuta herramientas de geoprocesamiento desde ArcCatalog, la pestaña Results de ArcToolBox se grabará en el MXD no sólo con los datos de lo ejecutado en la sesión actual sino además con todos los datos de ejecuciones de herramientas de geoprocesamiento previas realizadas desde ArcCatalog. Lo anterior puede agregar información indeseada a la pestaña Results e incluso hacer crecer mucho el tamaño del archivo MXD. Para evitar este comportamiento ingrese a ArcCatalog y borre el contenido de la pestaña*

Results (clic derecho en los elementos y Delete), antes de iniciar la sesión del Modelo MRIB que quiera grabar.

c. Buenas Prácticas

- Es recomendable crear una carpeta diferente por cada “corrida” del Modelo MRIB con lo siguiente:
 - Conjunto de datos geográficos de entrada.
 - Copia de la base de datos de configuración que se usará con estos datos.
 - Los datos de salida correspondientes a estas entradas (personal geodatabase).
 - El archivo MXD que se usará para el registro de datos de la corrida (ver 4.b.).
 - La copia del archivo “Modelo MRIB.mxd” que se usará para reporte de resultados.
- Lo anterior con el fin de poder comparar los resultados cuando se cambian parámetros. La forma de nombrar las carpetas debería reflejar la fecha y dar alguna clave sobre el conjunto de parámetros usados.