**TALLER 9 FLOW-R**

El modelo Flow-R se puede utilizar para modelar:

1. Las fuentes de flujos (zonas inestables)
2. La propagación de flujos

Estrictamente, la única información necesaria para modelar usando Flow-R es un modelo de elevación digital (DEM). Sin embargo, si desea modelar las zonas inestables, otras capas (uso del suelo, geología, litología, curvatura, acumulación de flujo, pendiente, etc.) harán su modelamiento más preciso y más ajustado a las condiciones reales de la zona a modelar. En el caso de no querer modelar las zonas fuentes de los flujos mediante Flow-R, se debe ingresar una capa que determine las zonas fuentes predeterminadas para modelar su propagación.

En todos los casos, la información que se debe ingresar al modelo debe ser de tipo raster en formato ASCII o txt, y debe cumplir con los siguientes criterios:

* Debe estar en el mismo sistema de coordenadas
* Debe tener las mismas dimensiones
* Debe estar codificada siguiendo la nomenclatura del modelo

1. **PREPARACIÓN DE LOS MAPAS**

Para preparar la información, siga los siguientes pasos:

* En ArcMap, abra el raster DEM\_Arenosa.tif. En la tabla de contenidos, dé clic derecho sobre la capa > Propiedades. En la pestaña “Source”, observe las dimensiones del raster: 435 x 456. Toda la información que le ingresemos al modelo debe tener estas dimensiones. Cierre la pestaña.
* En el ArcToolbox, seleccione Conversion Tools > From Raster > Raster to ASCII. En el campo “Input Raster” agregue el DEM, y guárdelo con el nombre “DEM\_Arenosa”. Seleccione el tipo de archivo (\*.ASC).
* Abra el raster Coberturas\_Arenosa.tif. Verifique que tenga las mismas dimensiones del DEM. Explore en la tabla de atributos a cuáles usos del suelo o coberturas corresponden las categorías. Ahora, es necesario codificar el raster para que el modelo lo entienda.
* Para eso, vaya a la carpeta donde se instaló el programa, normalmente en la ruta “C:\Program Files\FlowR 0.9\parameters\sources”. Cada uno de los archivos de esta carpeta indica cómo debe ser la parametrización de las capas que se ingresen. En este caso, dado que se va a parametrizar el uso del suelo, abra los archivos “LDU\_project\_CH2007.xml” y “LDU\_project\_PK2009.xml” (LDU: Land Use).
* Como verá, los archivos corresponden a dos tipos de parametrización diferente: La CH2007 corresponde a un proyecto llevado a cabo en Suiza en el año 2007 que incluye 28 tipos de cobertura de suelo. Note que cada tipo de cobertura tiene asociado un gridcode (Por ejemplo, la cobertura Bosque (Forêt) corresponde al código 3). Este es el código que usted debe ingresar en cada una de las celdas del raster de coberturas que correspondan a bosque. En el caso del archivo PK2009, es la parametrización llevada a cabo en un proyecto en Pakistán del año 2009 que incluye únicamente 6 tipos de coberturas, mucho más generales. Para este ejercicio, clasificará las coberturas según el proyecto CH2007.
* En el ArcToolbox, vaya a Spatial Analysis > Reclass > Reclassify. En el campo “Input raster” agregue el raster de coberturas, en el campo “Reclass Field” seleccione Cobertura, y reclasifique el raster de la siguiente forma. Guárdelo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Valores Antiguos** | **Valores Nuevos** | **Equivalencia según CH2007** |
| Pastos | 6 | Bosques escasos (Forêt clairsemée) |
| Cultivos | 2 | Cultivos (Verger) |
| Bosque Natural | 3 | Bosque (Forêt) |
| Suelo desnudo | 7 | Pantano (Marais) |
| Rastrojo | 10 | Arbustos (Buissons) |
| NoData | NoData | - |

* Finalmente, convierta el raster reclasificado en formato ASCII. Guárdelo con el nombre “Coberturas\_Arenosa\_Reclass.asc”.
* Abra el Raster Suelos\_Arenosa.tif. Realice el mismo procedimiento de reclasificación siguiendo los parámetros dados en el archivo “LTO\_project\_CH2007.xml” de la siguiente forma:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Valores Antiguos** | **Valores Nuevos** | **Equivalencia según CH2007** |
| POc1 | 11 | Aluviones (Alluvions) |
| YAe1 | 17 | Granito - Gneiss |
| YAf2 | 17 | Granito - Gneiss |
| NoData | NoData | - |

* Convierta el raster reclasificado en formato ASCII. Guárdelo con el nombre “Suelos\_Arenosa\_Reclass.asc”.
* En caso de querer ingresar otras capas (Pendiente, Aspecto, Acumulación de flujo, Curvatura, etc.), siga el mismo procedimiento, siempre explorando el archivo correspondiente en la carpeta “sources” donde encontrará información sobre las unidades aceptadas.
* Si no desea usar el modelo Flow-R para determinar las zonas fuentes dado que ya las determinó usando otro modelo, puede usar un raster binario (0= No Fuente, 1= Fuente), donde se indiquen las celdas inestables a usar para modelar el tránsito. En el caso de la Arenosa, se georeferenciaron las zonas fuentes de flujos del evento del 21 de septiembre del 1990, las cuales están en el raster Fuentes\_Arenosa.tif. Convierta este raster a formato .ASCII y llámelo “Fuentes\_Arenosa.asc”.

1. **USO DE LA INTERFAZ**

El uso de la interfaz de Flow-R tiene dos pasos: La importación de la información y los cálculos de áreas fuentes y de propagación.

**2.1. Importar la información**

Para ingresar la información al programa, se debe crear primero el proyecto y las carpetas en las cuales se almacenarán los datos de entrada y de salida. Siga los siguientes pasos:

* Cree en su computador la carpeta “La Arenosa FlowR”. Dentro de ella, cree dos carpetas: una que se llame “Datos” y otra que se llame “Resultados”.
* Abra el ejecutable de Flow-R. Se puede descargar de la página web <https://www.flow-r.org/download>. Después de llenar el formulario, el instalador le será enviado vía e-mail. Debe tener MATLAB ó su compilador instalado. Lo puede descargar de la página <https://la.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>.
* Una vez abierto, seleccione en “Directory to store data” la carpeta “Datos”. En la sección “Directory to store resulting files”, seleccione la carpeta “Resultados”.

Ahora, proceda a ingresar los datos:

* Seleccione Tools > Format Data > Import Data. Seleccione el archivo “DEM\_Arenosa.asc”. Le aparecerá una advertencia mostrando el tipo de información que entiende el modelo > OK. En la ventana siguiente, debe seleccionar el tipo de información que está ingresando. En este caso, seleccione la primera opción (DEM). Asígnele un nombre al DEM y seleccione la zona de proyección UTM 18N, que corresponde al noroccidente de Colombia.
* Realice el mismo procedimiento para los raster “Coberturas\_Arenosa\_Reclass.asc” (importar como Landuse), “Suelos\_Arenosa\_reclass.asc” (importar como Lithology), y “Fuentes\_Arenosa.asc” (importar como predefined sources). Asígnele un nombre a cada capa a medida que se lo vaya pidiendo.
* Cuando termine de importar los raster, debe definir su zona de estudio. Usted puede ingresar un DEM de una zona grande en la cual quiere analizar una o varias zonas pequeñas. No es la opción más recomendable, pues el tiempo de procesamiento normalmente se hace mayor. Si a pesar de esto lo desea hacer, puede seleccionar cada una de las zonas de estudio y darle un nombre. Dado que en este ejercicio se analizará toda la cuenca de la Arenosa, que corresponde al DEM completo, seleccione Case Study área > Select the whole DEM. Llame a la zona de estudio “Toda”. Fíjese que en caso de querer, puede seleccionar la zona de estudio manualmente, dando unas coordenadas o a través de un raster que la delimite. Usted puede crear tantas zonas de estudio como desee.
* En la ventana de importación de datos, también están disponibles las opciones para la identificación de ríos y la selección de un búfer. Estas opciones son útiles en caso de que queramos reducir la búsqueda de áreas fuente a cierta distancia de las quebradas. Dado que no se limitará la búsqueda en este ejercicio, no ingrese nada en esa parte.
* Cierre la ventana de importación de datos
* En el campo “Choice of the study área”, seleccione la zona “Toda”, y en el campo “Choice of the rivers layer” seleccione “Entera\_no\_river”, que significa que no utilizará la información de las quebradas. Finalmente, asígnele un nombre a su corrida (Recomendación: Asígnele un número y en una hoja de Excel relacione este número con los parámetros de los algoritmos que utilizó en dicha corrida)

**2.2.1 Cálculo de áreas fuente**

Para el cálculo de las áreas fuentes, utilizará las capas del DEM, las coberturas y los suelos.

* En la zona inferior izquierda de la interfaz está el panel “Source areas,”, donde se especifica la información que se desea tener en cuenta para calcular las zonas fuentes.
* Deje en blanco las casillas “Backup intermediate grids” y “Distance to rivers”, dado que no va a generar raster de procesos intermedios ni va a usar información concerniente a las quebradas.
* En la primera lista desplegable, debe especificar qué información quiere tener en cuenta. Incluya primero el DEM.
* En la segunda lista desplegable se especifica cuál capa quiere usar (Dado que en este ejercicio sólo agregó un DEM, sólo mostrará una opción).
* En la tercera columna debe especificar cuáles son los criterios para leer los raster. En el caso del DEM, se pueden restringir las zonas de búsqueda de fuentes a cierta altitud (Por ejemplo, si deseo conocer las zonas fuentes ubicadas por encima de los 2300 msnm, debo seleccionar este criterio). Dado que no restringirá la búsqueda de zonas fuentes a ninguna altitud, seleccione el criterio above\_0000m.
* Repita el mismo proceso para los raster de coberturas y geología, llenando los tres campos solicitados para cada una. Recuerde que se ingresaron como Landuse y Lithology, y que se codificaron siguiendo la nomenclatura del proyecto CH2007.
* En el panel derecho de la interfaz, desactive el campo “Propagation calculation”, para que sólo calcule las zonas fuentes, y active el campo “Display the source areas” en la parte de abajo, para que se muestren los resultados de los cálculos de las áreas fuentes después de terminar los cálculos.
* Haga click sobre el botón “Run”
* Cuando el proceso termine, aparecerá una ventana de confirmación y otra con los resultados. Para verlos mejor puede abrir el raster resultante en ArcMap. Este se encuentra con el nombre “Sources.asc”en una subcarpeta con el nombre de la corrida, dentro de la carpeta “Resultados”
* Compare los resultados de las áreas fuentes calculadas por el modelo, con las áreas fuentes reales del evento de 1990.

**2.2.2. Cálculo de propagación**

En esta parte va a calcular la propagación de las áreas fuentes definidas como zonas inestables que se propagarán en forma de flujo. Para esto, utilizará las fuentes cartografiadas en el evento real sucedido en el año 1990.

* Dado que la única información necesaria para el cálculo de la propagación de flujos son el DEM y las fuentes predeterminadas, en la parte inferior izquierda ingrese estas dos capas únicamente. En la primera columna debe ingresar el tipo de información (DEM, Predefined sources), en la segunda el nombre del raster (Arenosa, fuentes\_Arenosa), y en la tercera debe ingresar los criterios de lectura del archivo (avove\_0000m, boolean), respectivamente.
* En el panel derecho de la interfaz se deben ingresar todos los parámetros de los algoritmos para el cálculo de la dirección de propagación, extensión del flujo, y la metodología a usar para realizar los cálculos. Estos parámetros son:

**Source areas selection:** Se refiere al criterio a utilizara la hora seleccionar cuáles celdas consideradas como áreas fuentes se utilizarán para el cálculo de la propagación.

* Overview - Only superior sources: Dado que son las áreas fuentes más altas las que tienen más energía potencial para propagarse, sólo se calculará la propagación para estas zonas, asumiendo que toda zona fuente ubicada debajo no llegará tan lejos. Es el método de cálculo más rápido pero no el más completo, dado que áreas fuente más bajas pueden tomar trayectorias diferentes a las calculadas.
* Quick – Energy based discrimination: Las fuentes ubicadas en las zonas más altas se propagan primero. Luego, se consideran otras zonas fuentes, y si durante el cálculo en curso la propagación toma la misma trayectoria que una ya calculada con una energía similar o superior, los cálculos de la propagación actual se detienen ya que será redundante. Esta selección según la energía es muy eficiente, puede ahorrar mucho tiempo y produce resultados casi similares a la simulación completa para cada fuente. Es la opción más recomendable. Selecciónela.
* Complete – Simulation of all propagations: Cada celda identificada como fuente se propaga. Este proceso es el más demorado, pero es útil en casos donde se requiera conocer la suma de los valores de probabilidad o de susceptibilidad.

**Directions Algorithm:** Se refiere alalgoritmo que se usará para calcular la dirección que tomará el flujo. En este caso, utilizaremos el algoritmo de Holgrem modificado. En la lista desplegable, se deben seleccionar los valores que se le desean dar a dos variables:

* dH: Exageración de la altura de la celda del cálculo en curso
* Exponente: Se refiere al exponente de la ecuación.

Para escoger los valores óptimos de estos dos parámetros, es necesario realizar un proceso de calibración para la zona de estudio, la cual hará más adelante. Por ahora, escoja la primera opción, con valores de dh y exp de 0.5m y 0.1, respectivamente.

**Inertial algorithm:** Se refiere al algoritmo a utilizar para forzar al modelo a fluir correctamente, evitando cambios de dirección bruscos y errores de computación como las propagaciones en contra de la pendiente. Use el algoritmo de pesos (weights) Gamma 2000, el cual le asigna a la celda en la dirección del flujo un mayor peso.

**Friction loss Function:** Algoritmo utilizado para calcular la energía del flujo, que determinará qué tan lejos llegará. Use el algoritmo de Perla et al (1980), que tienen cuenta dos variables:

* M/D: Relación mass-to-drag
* µ: Coeficiente de fricción

Los valores óptimos de estos valores deben ser calibrados también para cada zona de estudio. Por ahora, seleccione la primera opción, con valores de md y mu de 10 y 0.01, respectivamente.

Si se tienen estudios de la zona de interés relacionada con la velocidad máxima alcanzada por flujos en eventos pasados, se puede indicar ese valor en el campo “Energy limitation”, para evitar que los flujos tomen velocidades irreales, y que en consecuencia se propaguen más de lo que lo harían en la realidad. Dado que no se cuenta con información de este tipo para la zona de estudio, deje la celda vacía.

* Finalmente, asegúrese de activar los campos “Propagation calculation”, “Display source áreas”, y “Display the propagation extent”
* Haga click sobre el botón “Run”
* Inmediatamente aparecerá una primera ventana mostrando las áreas fuentes en el mapa, y otra ventana mostrando el proceso de cálculo. Usted sabrá que el cálculo de la propagación terminó porque aparecerá una tercera ventana con los resultados de la propagación.
* Para ver el mapa resultante, puede abrir el raster “Ekin.asc” que muestra la propagación del flujo en función de su energía cinética, o el raster “ProbMax.asc”, que muestra la propagación en función de la probabilidad máxima de una celda de ser cubierta por un flujo. Ambos raster se encuentran en una subcarpeta con el nombre de la corrida, dentro de la carpeta “Resultados”.

1. **CALIBRACIÓN**

Realice un proceso de calibración rápido, comparando diferentes resultados obtenidos corriendo Flow-R con la propagación real de los flujos del evento del año 1990, los cual puede ver en el raster Runout\_Arenosa.tif.

Para cada corrida, modifique los parámetros de los algoritmos como se indica en la tabla. Una vez tenga los resultados de cada corrida, compárelos visualmente con la propagación real de los flujos del evento de 1990. Marque en la tabla con una x: Son las propagaciones del modelo más, igual, o menos dispersas lateralmente que las reales? Tienen más, igual, o menos energía (llegan más lejos)?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Algoritmo de dirección Holgrem (1994)mod.** | | **Algoritmo de Inercia** | **Algoritmo de Energía Perla et al (1980)** | | **Comparación de resultados vs. Cartorgrafía del evento real** | | | | | |
| **Dispersión lateral** | | | **Energía (longitud de alcance)** | | |
| **Corrida** | **dH** | **Exp** | **Pesos** | **M/D** | **µ** | **Más Alta** | **Igual** | **Más baja** | **Más alta** | **Igual** | **Más Baja** |
| **1** | 0.5 | 0.1 | Gamma\_2000 | 10 | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **2** | 0.5 | 0.1 | Gamma\_2000 | **10000** | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **3** | 0.5 | 0.1 | Gamma\_2000 | 10 | **0.5** |  |  |  |  |  |  |
| **4** | 0.5 | **50** | Gamma\_2000 | 10 | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **5** | **70** | 1 | Gamma\_2000 | 10 | 0.01 |  |  |  |  |  |  |
| **6** | 15 | 25 | Gamma\_2000 | 50 | 0.1 |  |  |  |  |  |  |

Fíjese que en las corridas 2-5, se modifica únicamente de a un parámetro con respecto a la primera corrida. Según los resultados obtenidos en las 6 corridas, qué parámetros controlan más la dispersión lateral? Cuáles la energía? Cuál corrida obtuvo los resultados que corresponden más a las condiciones de la zona de La Arenosa?.

Elaboró: María Isabel Arango