CALAP. APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LAS APORTACIONES SIMPA.

MANUAL DE USUARIO

Abril, 2017

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. REQUISITOS 2
3. DIRECTORIOS DE TRABAJO 3
4. RED DE DRENAJE 3
4.1. Datos 4
4.2. Parámetros 4
4.3. Flujo de trabajo 5
4.4. Resultados 7
4.5. Fichero de registros 8
5. APORTACIONES SIMPA 8
5.1. Datos 8
5.2. Parámetros 9
5.3. Flujo de trabajo 10
5.4. Resultados 13
5.5. Fichero de registros 13
6. MENSAJES DE ERROR 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del modelo hidrológico SIMPA 1

Figura 2. Ventana de ArcGIS con las extensiones que están instaladas y activadas 2

Figura 3. Ventana de Windows con la configuración regional 2

Figura 4. Formulario de la aplicación CALAP con las rutas de los directorios de trabajo 3

Figura 5. Formulario de la aplicación CALAP con los parámetros para el cálculo de la red de drenaje 4

Figura 6. Diagrama de flujo para calcular la red de drenaje 5

Figura 7. Vista de perfil de un sumidero antes y después de ejecutar *Relleno* (fuente: ESRI) 6

Figura 8. Valores de la dirección del flujo según el sentido de drenaje de la celda a sus vecinas (fuente: ESRI) ... 6

Figura 9. Funcionamiento de la herramienta *Dirección de flujo* (fuente: ESRI) 6

Figura 10. Funcionamiento de la herramienta *Flujo acumulado* (fuente: ESRI) 7

Figura 11. Ajuste de las coordenadas de los puntos de aportación SIMPA a la red de drenaje 7

Figura 12. Fichero de eventos .log al generar la red de drenaje 8

Figura 13. Ejemplo de fichero con los puntos de aportaciones 8

Figura 14. Ejemplo de fichero con las demandas a detraer 9

Figura 15. Formulario de la aplicación CALAP con los parámetros para el cálculo de las aportaciones 10

Figura 16. Diagrama de flujo para calcular las aportaciones SIMPA 11

Figura 17. Ejemplo para el cálculo del volumen total de escorrentía en un punto 12

Figura 18. Fichero de resultados *AportacionesSIMPA.apo* 13

Figura 19. Fichero de eventos .log generado al calcular las aportaciones 13

Figura 20. Ventana con mensaje de error 14

1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de disponer de unas series hidrológicas mediante una metodología homogénea para todas las cuencas españolas el Ministerio de Medio Ambiente, dentro de la elaboración del Libro Blanco del Agua, desarrolló junto al CEDEX un modelo matemático de simulación de las aportaciones naturales.

El modelo hidrológico utilizado es el SIMPA (Simulación Precipitación-Aportación), de tipo conceptual y distribuido, que simula caudales medios mensuales en régimen natural en cualquier punto de la red hidrográfica de una cuenca, con una resolución espacial de 1 km^2. A partir de las precipitaciones, la evaporación potencial y los parámetros hidrológicos del modelo, se obtiene para cada celda de 1x1 km, la humedad del suelo, el volumen de los acuíferos, la evapotranspiración real y la escorrentía total, suma de la escorrentía superficial y la subterránea. El ajuste de los parámetros hidrológicos o calibración del modelo se ha realizado a partir de los usos del suelo, la litología y los datos observados en las estaciones de aforo de los ríos en régimen natural. Una vez calibrado el modelo se procedió a la simulación hidrológica para evaluar los recursos dentro de un determinado periodo. En la actualidad se dispone de valores medios mensuales para la serie octubre 1940 – septiembre 2012.

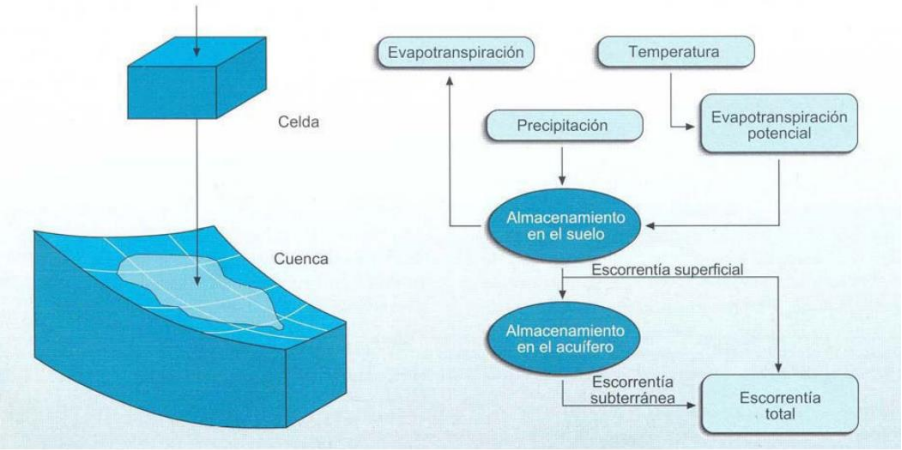


Figura 1. Esquema del modelo hidrológico SIMPA[1]

Las series hidrológicas obtenidas con SIMPA son las que se han utilizado para la evaluación de los recursos hídricos naturales (RRHHNN) en las Demarcaciones Occidental y Oriental de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. Así mismo, son las que se han empleado en el proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos, para el cálculo de las aportaciones del modelo de simulación y gestión de recursos hídricos AquaTool.

Ante la necesidad de evaluar los recursos fluyentes en numerosos puntos de las cuencas a simular se ha desarrollado en Visual Basic .NET una herramienta informática que permite calcularlos de manera sencilla y rápida. **CALAP** (Cálculo de Aportaciones) es una aplicación de escritorio que utiliza las librerías de ArcGIS para realizar de manera automática los distintos procesos que hasta ahora se

[1] Figura extraída del artículo publicado en Ingeniería del Agua. Vol.6 Num.2 (junio 1999), páginas 125-138. Estrela Monreal, T., Cabezas Calvo-Rubio, F., Estrada Lorenzo, F.

hacían de manera manual o semiautomática con la ayuda de hojas de cálculo. En los siguientes apartados se detallan los pasos a seguir hasta obtener el fichero con los aportaciones que se cargará en la aplicación AquaTool.

2. REQUISITOS

Se deberá tener instalado *ArcGIS for Desktop, versión* 10.2, y activar la licencia de la extensión de análisis espacial *Spatial Analyst* (Menú Personalizar -> Extensiones). En caso de tener instalada otra versión de ArcGIS se habrá de compilar de nuevo el código fuente para generar un ejecutable compatible con ésta.

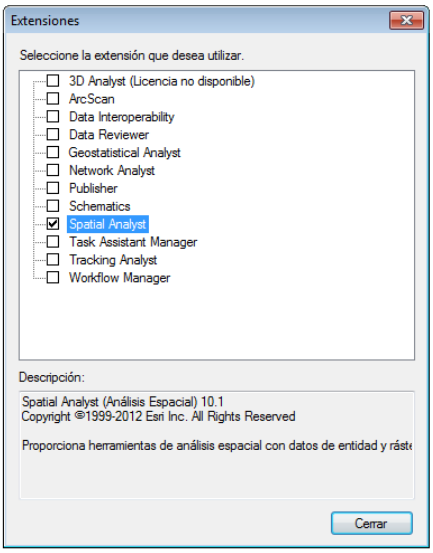


Figura 2. Ventana de ArcGIS con las extensiones que están instaladas y activadas

Además, se recomienda establecer el punto (.) como símbolo decimal y la coma (,) como separador de miles en la configuración regional del equipo (Panel de Control -> Reloj, idioma y región -> Configuración regional y de idioma -> Configuración adicional…).

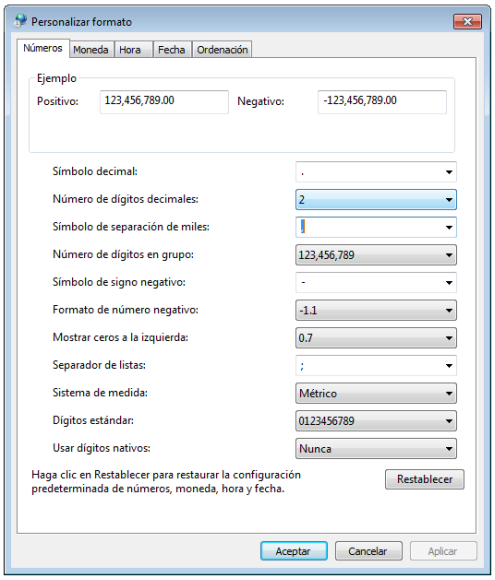


Figura 3. Ventana de Windows con la configuración regional

3. DIRECTORIOS DE TRABAJO

Se recomienda trabajar desde un directorio local. Si se trabaja en red se deberá conectar la carpeta a una unidad de red (desde Equipo -> Conectar a unidad de red).

- **Datos**: La aplicación buscará por defecto los ficheros de datos en la carpeta "DATOS", en el mismo directorio donde se encuentre el ejecutable de la aplicación. Si se desea cambiar la ubicación y nombre de esta carpeta se podrá seleccionar otra en la pestaña "Entornos" de la aplicación.

- **Rásters de Escorrentía Total SIMPA**: La aplicación buscará por defecto los rásters *aesAAAA_MM* en la carpeta "DATOS", en el mismo directorio donde se encuentre el ejecutable de la aplicación. Si se desea cambiar la ubicación y nombre de esta carpeta se podrá seleccionar otra en la pestaña "Entornos" de la aplicación.

- **Resultados**: La aplicación por defecto guardará los ficheros de salida generados en la carpeta "RESULTADOS", en el mismo directorio donde se encuentre el ejecutable de la aplicación. Si se desea cambiar la ubicación y nombre de esta carpeta se podrá seleccionar otra en la pestaña "Entornos" de la aplicación. Se recomienda tener vacío este directorio antes de lanzar una simulación para evitar errores de sobreescritura.

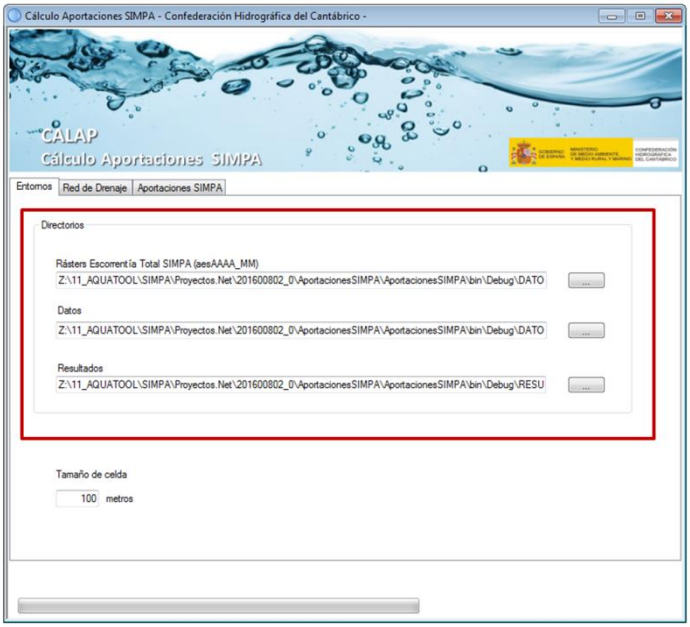


Figura 4. Formulario de la aplicación CALAP con rutas de los directorios de trabajo

4. RED DE DRENAJE

Este debe ser el primer paso antes de calcular las aportaciones. Las aportaciones se calcularán en aquellos puntos de la red de drenaje donde interese conocer los recursos fluyentes disponibles en régimen natural. Estos puntos pueden ser confluencias de ríos, puntos donde se encuentren tomas superficiales (azudes, captaciones), en elementos de retorno o vertidos (EDARs), y elementos de regulación (embalses y balsas para riego). Las coordenadas de estos puntos se deben ajustar a la red

de drenaje como paso previo al cálculo de las aportaciones (Figura 11). Estas coordenadas ya ajustadas se guardarán en un fichero de texto (apartado 5.1).

4.1. Datos

Las características de los ficheros para que la red de drenaje se genere se detallan a continuación:

- Dataset Ráster con el **modelo digital del terreno**
  - Nombre archivo: *mdt*
  - Formato: GRID
  - Tamaño de celda: según la precisión que se requiera
  - Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zona 30N

- Capa vectorial con el polígono del **contorno de la cuenca a simular**
  - Nombre archivo: *contorno.shp*
  - Formato: Shapefile poligonal
  - Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zona 30N

4.2. Parámetros

Antes de lanzar los cálculos se indicarán los valores de los siguientes parámetros:

- En la pestaña de la aplicación "Entornos" el **tamaño de celda** de la red de drenaje. Se recomienda que este valor no sea inferior a la resolución del modelo digital del terreno *mdt*. El tamaño por defecto es de 100 metros.

- En la pestaña "Red de Drenaje" se especificará el **umbral** para la superficie vertiente que constituye la red de drenaje. La red de drenaje estará formada solo por aquellas celdas cuya cuenca vertiente sea igual o superior a este valor. El umbral por defecto es de 1 Km^2.

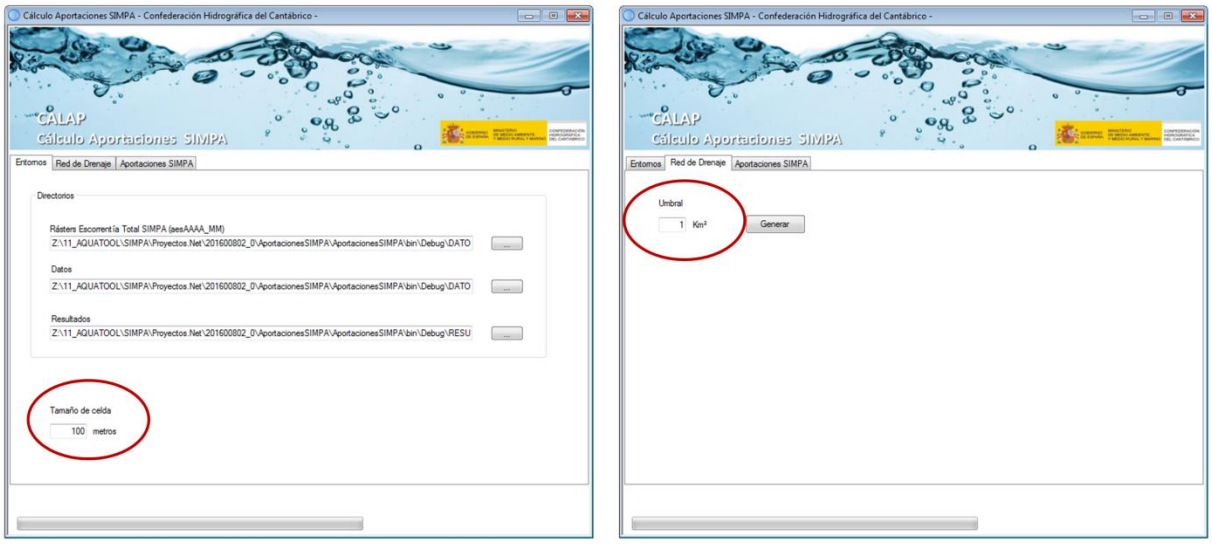


Figura 5. Formulario de la aplicación CALAP con los parámetros para el cálculo de la red de drenaje

4.3. Flujo de trabajo

Una vez se tengan los ficheros con los datos y se hayan establecido los parámetros se podrá calcular la red de drenaje con el botón "Generar" de la pestaña "Red de Drenaje". En la siguiente figura se representa el diagrama de flujo con los procesos que realiza la aplicación de manera automática. Entre paréntesis se indican los nombres de los ficheros que se generan en la carpeta de resultados.

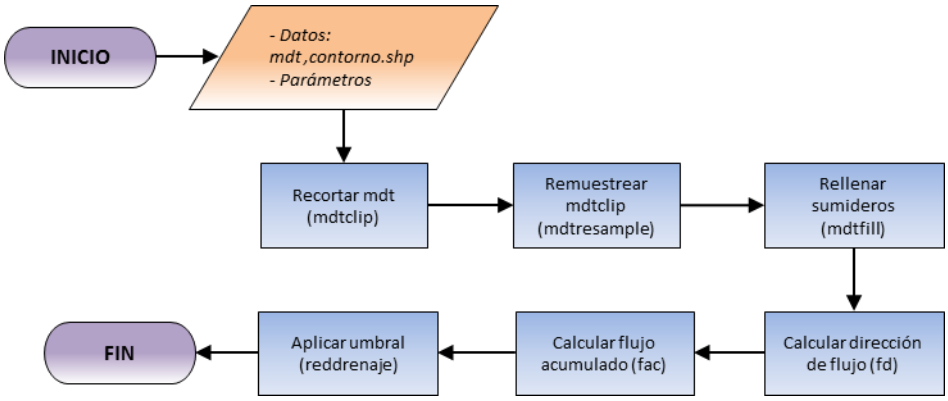


Figura 6. Diagrama de flujo para calcular la red de drenaje

A continuación se describe cada proceso:

1. **Recortar mdt**: Este proceso extrae la porción del dataset ráster del modelo digital del terreno *mdt* basándose en la extensión del perímetro del polígono de la capa *contorno.shp*. El dataset ráster de salida se guarda como *mdtclip*, en formato GRID y coordenadas ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.
   Esta herramienta se encuentra en ArcGIS for Desktop Basic (arctoolbox -> herramientas de administración de datos -> ráster -> procesando ráster -> recortar).

2. **Remuestrear mdt**: Modifica el tamaño de celda del dataset ráster *mdtclip*, sin alterar su extensión. El método de muestreo utilizado es el Bilinear que determina el nuevo valor de la celda basándose en el promedio de distancia ponderada de los cuatro centros de celdas de entrada más cercanos. El dataset ráster de salida se guarda como *mdtresample*, en formato GRID y coordenadas ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.
   Esta herramienta se encuentra en *ArcGIS for Desktop Basic* (arctoolbox -> herramientas de administración de datos -> ráster -> procesando ráster -> remuestrear).

3. **Rellenar sumideros**: Esta herramienta rellena sumideros, celdas con una dirección de drenaje indefinida ya que sus celdas vecinas están a mayor cota, en el ráster de superficie *mdtresample* para corregir las pequeñas imperfecciones de los datos. Estos errores son debidos a la resolución de los datos o el redondeo de elevaciones al valor entero más cercano. El dataset ráster de salida se guarda como *mdtfill*, en formato GRID y coordenadas ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.
   Esta herramienta se encuentra en *ArcGIS for Desktop Basic* (arctoolbox -> herramientas de spatial analyst -> hidrologia -> relleno). Se requiere licencia de Spatial Analyst.

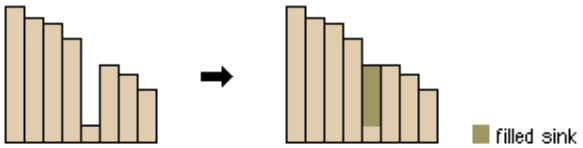


Figura 7. Vista de perfil de un sumidero antes y después de ejecutar *Relleno* (fuente: ESRI)

4. **Calcular dirección de flujo**: Se crea un ráster de dirección de flujo, a partir del ráster de elevaciones *mdtfill,* desde cada celda hasta su vecina con mayor pendiente descendente. La salida de la herramienta dirección del flujo es un ráster entero cuyos valores varían de 1 a 128. Los valores para cada dirección desde el centro se muestran en la siguiente figura.

Figura 8. Valores de la dirección del flujo según el sentido de drenaje de la celda a sus vecinas (fuente: ESRI)

Por ejemplo, si, dada una celda, la dirección de mayor pendiente descendente fuera a la celda vecina de su izquierda, la dirección de flujo en esta celda sería codificada como 16.

El dataset ráster de salida se guarda como *fd*, en formato GRID y ASCII y proyección ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.

Esta herramienta se encuentra en *ArcGIS for Desktop Basic* (arctoolbox -> herramientas de spatial analyst -> hidrologia -> dirección de flujo). Se requiere licencia de Spatial Analyst.

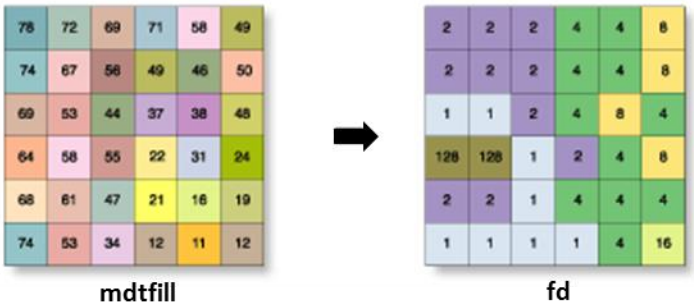
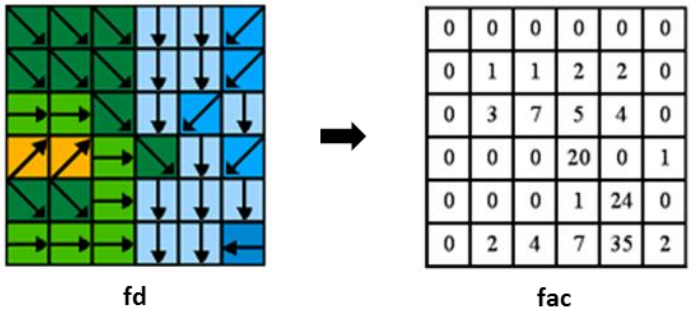


Figura 9. Funcionamiento de la herramienta *Dirección de flujo* (fuente: ESRI)

5. **Calcular flujo acumulado**: El ráster de entrada es el de dirección de flujo *fd*. El resultado es un ráster de flujo acumulado para cada celda, determinado por el número de celdas que fluyen o drenan hacia cada celda. En esta acumulación no se considera la celda de procesamiento. Las celdas de salida con una acumulación de flujo alto se pueden utilizar para identificar la red hidrográfica. Las celdas con una acumulación nula de flujo son alturas topográficas locales y se pueden utilizar para identificar divisorias de aguas.

El dataset ráster de salida se guarda como *fac*, en formato GRID y proyección ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.

Esta herramienta se encuentra en *ArcGIS for Desktop Basic* (arctoolbox -> herramientas de spatial analyst -> hidrologia -> flujo acumulado). Se requiere licencia de Spatial Analyst.



0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	2

Figura 10. Funcionamiento de la herramienta *Flujo acumulado* (fuente: ESRI)

6. **Calcular superficie acumulada y aplicar umbral**: Se genera el ráster con la red de drenaje multiplicando el ráster de flujo acumulado *fac* por la superficie de la celda, según el tamaño de celda asignado, y se suprimen las celdas cuya cuenca vertiente es inferior al umbral especificado. El valor de cada celda representa la superficie de su cuenca vertiente, en Km^2.
   El dataset ráster de salida se guarda como *reddrenaje*, en formato GRID y proyección ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.
   Este proceso se realiza con la herramienta *calculadora ráster* de *ArcGIS for Desktop Basic.* (arctoolbox -> herramientas de spatial analyst -> álgebra de mapas -> calculadora ráster). Se requiere licencia de Spatial Analyst.

4.4. Resultados

El ráster dataset con la red de drenaje *reddrenaje* se utilizará para ajustar las coordenadas de los puntos donde se quieren obtener las aportaciones del modelo SIMPA, de tal manera que todos los puntos estén sobre la red de drenaje calculada.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo. Se ha representado una toma superficial para un abastecimiento (pentágono) donde se quiere calcular la aportación, la red hidrográfica digitalizada es la línea azul y las cuadrículas azules forman la red de drenaje calculada. Como se puede observar la toma está en la red hidrográfica pero fuera de la red de drenaje por lo que las coordenadas se deberían resituar en la celda de ésta más cercana, donde se ha dibujado el punto.

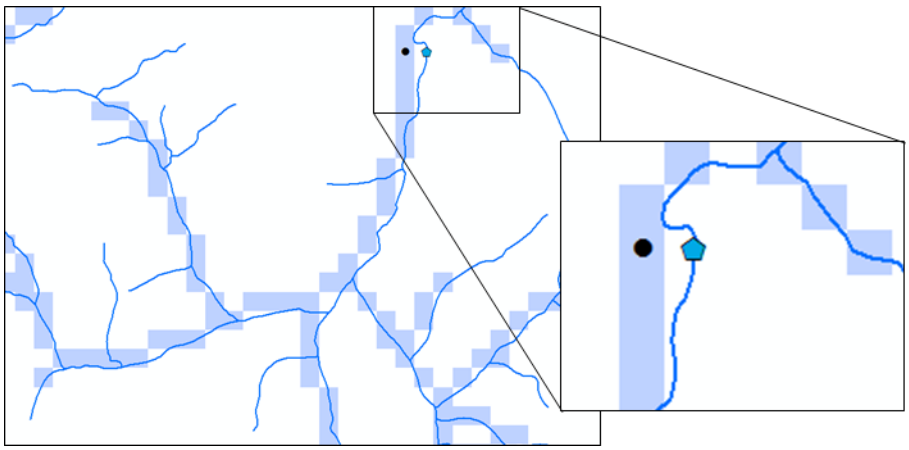
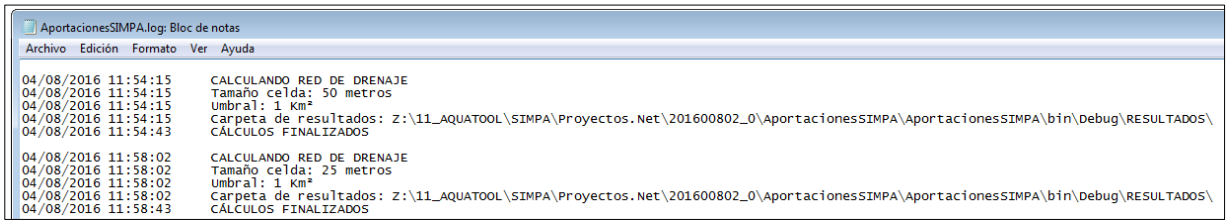


Figura 11. Ajuste de las coordenadas de los puntos de aportación SIMPA a la red de drenaje

4.5. Fichero de registros

Al lanzar por primera vez la aplicación, se generará un fichero .log en el directorio donde se encuentre el ejecutable con el mismo nombre que éste. Cada vez que se ejecute la aplicación en este fichero de eventos se irán almacenando los parámetros y los mensajes de error con la fecha y hora. Al tratarse de un fichero ASCII se puede abrir con cualquier procesador de texto.



```
AportacionesSIMPA.log: Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda

04/08/2016 11:54:15     CALCULANDO RED DE DRENAJE
04/08/2016 11:54:15     Tamaño celda: 50 metros
04/08/2016 11:54:15     Umbral: 1 Km²
04/08/2016 11:54:15     Carpeta de resultados: Z:\11_AQUATOOL\SIMPA\Proyectos.Net\201600802_0\AportacionesSIMPA\AportacionesSIMPA\bin\Debug\RESULTADOS\
04/08/2016 11:54:43     CÁLCULOS FINALIZADOS

04/08/2016 11:58:02     CALCULANDO RED DE DRENAJE
04/08/2016 11:58:02     Tamaño celda: 25 metros
04/08/2016 11:58:02     Umbral: 1 Km²
04/08/2016 11:58:02     Carpeta de resultados: Z:\11_AQUATOOL\SIMPA\Proyectos.Net\201600802_0\AportacionesSIMPA\AportacionesSIMPA\bin\Debug\RESULTADOS\
04/08/2016 11:58:43     CÁLCULOS FINALIZADOS
```

Figura 12. Fichero de eventos .log al generar la red de drenaje

5. APORTACIONES SIMPA

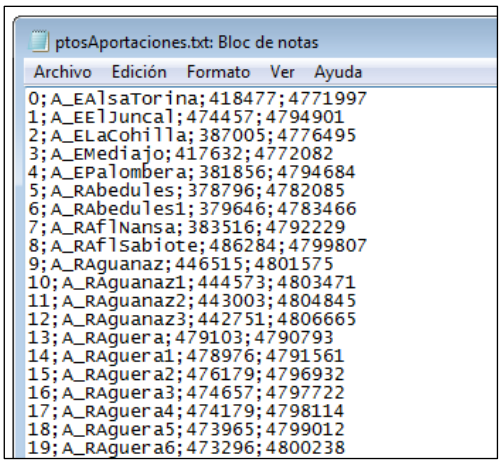
Una vez se ha calculado la red de drenaje y se han ajustado los puntos de aportación a ésta (apartado 4.4) se podrán calcular las aportaciones SIMPA.

5.1. Datos

Se requieren los mismos datos que para el cálculo de la red de drenaje:

1. Ráster dataset de elevaciones *mdt*
2. Shape poligonal con el contorno del área a simular *contorno.shp*

Además, se necesita un fichero de texto ***ptosAportaciones.txt*** en el que se listarán los puntos en los que se calcularán las aportaciones. Cada línea del fichero será para un punto con cuatro campos separados por puntos y comas (;).



```
ptosAportaciones.txt: Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
0;A_EAlsaTorina;418477;4771997
1;A_EElJuncal;474457;4794901
2;A_ELaCohilla;387005;4776495
3;A_EMediajo;417632;4772082
4;A_EPalombera;381856;4794684
5;A_RAbedules;378796;4782085
6;A_RAbedules1;379646;4783466
7;A_RAflNansa;383516;4792229
8;A_RAflSabiote;486284;4799807
9;A_RAguanaz;446515;4801575
10;A_RAguanaz1;444573;4803471
11;A_RAguanaz2;443003;4804845
12;A_RAguanaz3;442751;4806665
13;A_RAguera;479103;4790793
14;A_RAguera1;478976;4791561
15;A_RAguera2;476179;4796932
16;A_RAguera3;474657;4797722
17;A_RAguera4;474179;4798114
18;A_RAguera5;473965;4799012
19;A_RAguera6;473296;4800238
```

Figura 13. Ejemplo de fichero con los puntos de aportaciones

- Primer campo**: Número del punto**. De 0 a n-1, siendo n el número de aportaciones.
- Segundo campo: El **nombre de la aportación**. Se recomienda no utilizar espacios entre caracteres; ni eñes, acentos, diéresis, etc.

- Tercer campo: **Coordenada x** del punto en proyección UTM, datum ETRS 1989 y huso 30.
- Cuarto campo: **Coordenada y** del punto en proyección UTM, datum ETRS 1989 y huso 30.

5.2. Parámetros

Antes de lanzar los cálculos se indicarán los valores de los siguientes parámetros en la pestaña "Aportaciones SIMPA" de la aplicación:

- **Sistema de explotación**: En el desplegable se seleccionará el sistema de explotación para el que se van a calcular las aportaciones. Si se desea se pude escribir otro nombre de los que aparecen por defecto.

- **Periodo**: Se indicará para que periodo se van a calcular las aportaciones.

- **Rásters de volúmen total acumulado**: Si los ficheros con el volúmen total de escorrentía acumulada *va_AAAA_MM.asc* y la dirección de flujo *fd* se calcularon en una simulación anterior se seleccionará la primera opción. Estos rásters deberán estar guardados en la carpeta de resultados. Si no se han generado se seleccionará la opción "No están calculados. Se calcularán".

- **Variación de las aportaciones por cambio climático**: Se puede elegir si a las aportaciones originales se les aplica un coeficiente de mayoración (valor positivo) o reducción (valor negativo) para simular el cambio climático u otra circunstancia que se requiera modelizar. Por defecto se calcularán sin ninguna variación (valor nulo).

- **Calcular detracciones iniciales**: Se puede activar la opción de detraer de las aportaciones las demandas que no se quieran modelizar en AquaTool y se considere más oportuno simularlas como detracciones iniciales a las aportaciones del sistema. Para ello, en la carpeta de datos, debe existir un fichero de texto ***ptosDemandas.txt*** con cada una de las demandas que se deseen detraer. Para cada línea (demanda) se deberán rellenar 16 campos separados por puntos y comas (;). Los primeros 4 campos son iguales a los del fichero *ptosAPortaciones.txt* (apartado 5.1) y los 12 siguientes corresponden al volumen mensual de la demanda, desde octubre a septiembre, en Hm^3.
  También se permite aplicar un coeficiente corrector (positivo o negativo) para simular la variación de estas demandas por cambios en la población u otros.

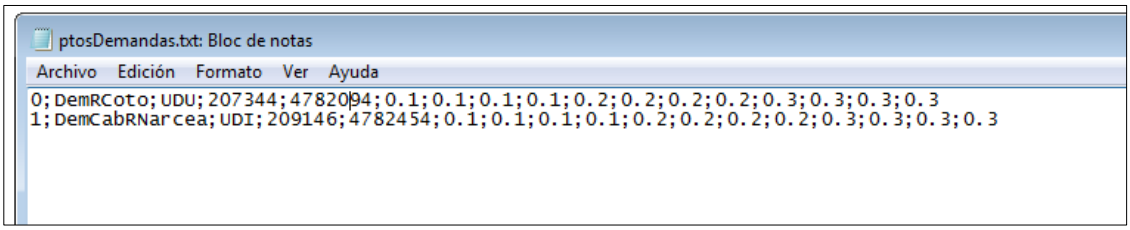


Figura 14. Ejemplo de fichero con las demandas a detraer

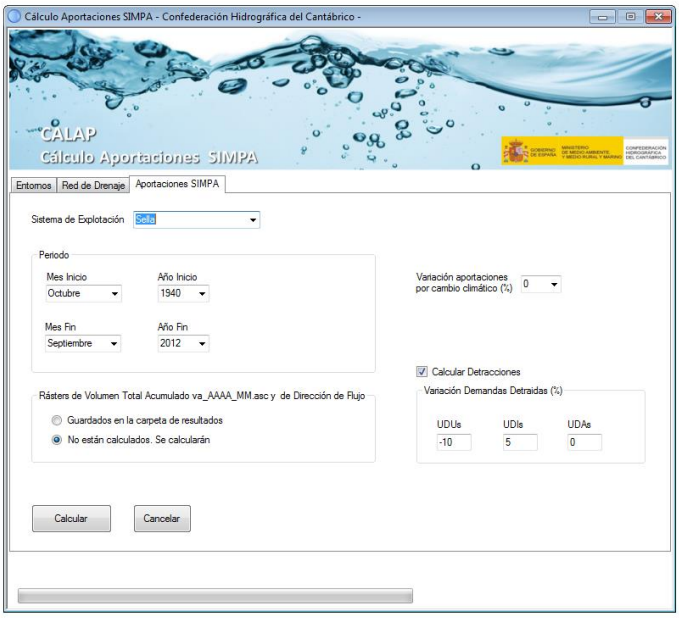


Figura 15. Formulario de la aplicación CALAP con los parámetros para el cálculo de las aportaciones

5.3. Flujo de trabajo

Una vez se tengan los ficheros con los datos y se hayan establecido los parámetros se podrán calcular las aportaciones SIMPA con el botón "Calcular" de la pestaña "Aportaciones SIMPA". En la figura 16 se representa el diagrama de flujo con los procesos que realiza la aplicación de manera automática y entre paréntesis se indican los nombres de los ficheros que se generan.

A continuación se detalla cada proceso:

1. **Recortar mdt**: Proceso descrito en el apartado 4.3.

2. **Remuestrear mdt**: Proceso descrito en el apartado 4.3.

3. **Rellenar sumideros**: Proceso descrito en el apartado 4.3.

4. **Calcular dirección de flujo**: Proceso descrito en el apartado 4.3.

5. **Proyectar rásters SIMPA**: Se proyectan los dataset rásters de escorrentía total del modelo SIMPA facilitados por el CEDEX *aesAAAA_MM*, de ED1950 UTM Zona 30N a ETRS 1989 UTM Zona 30N. Los rásters proyectados *aesp_AAAA_MM* se guardan en la carpeta de datos en formato GRID.
   Esta herramienta se encuentra en *ArcGIS for Desktop Basic* (arctoolbox -> herramientas de administración de datos -> proyecciones y transformaciones -> ráster -> proyectar ráster).

6. **Calcular escorrentía total acumulada**: Los rásters de entrada son el de dirección de flujo *fd* y el de escorrentía total proyectado *aesp_AAAA_MM* . El resultado es un ráster con la escorrentía total acumulada para cada celda, que se guarda como *ea_AAAA_MM*, en formato GRID y proyección ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.

Esta proceso se realiza con la herramienta *acumulación de flujo* de *ArcGIS for Desktop Basic.* (arctoolbox -> herramientas de spatial analyst -> hidrología -> acumulación de flujo). Se requiere licencia de Spatial Analyst.

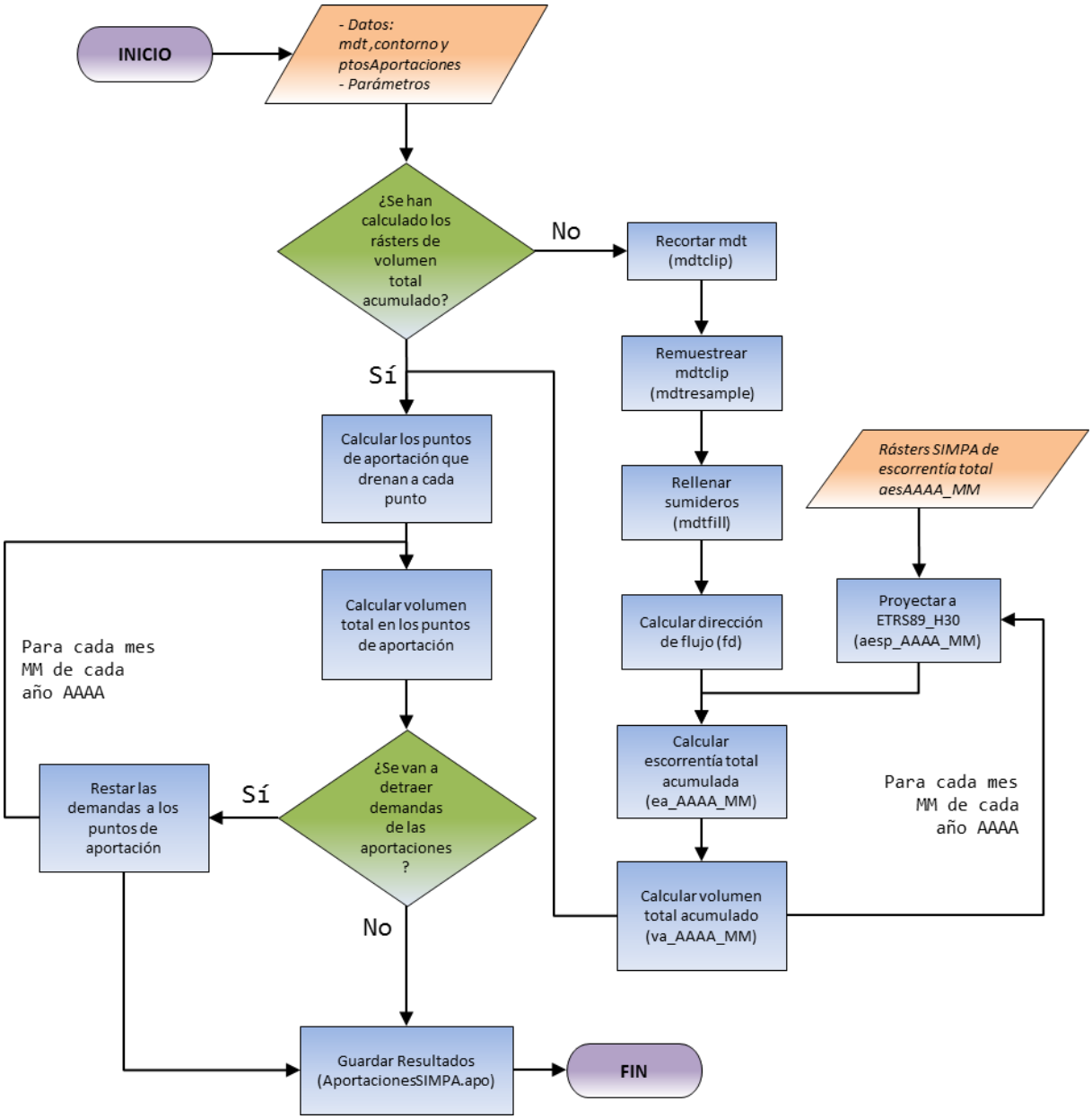


Figura 16. Diagrama de flujo para calcular las aportaciones SIMPA

7. **Calcular volumen total acumulado de escorrentía**: Se transforma la escorrentía total acumulada *ea_AAAA_MM*, en milímetros, a volumen acumulado, en hectómetros cúbicos, multiplicando las celdas del ráster por su superficie. Además, si se ha elegido esta opción al configurar los parámetros (apartado 5.2), se aplicará un factor corrector por cambio climático.

   El dataset ráster de salida se guarda como *va_AAAA_MM*, en formato GRID y ASCII y proyección ETRS 1989 UTM Zona 30N, en la carpeta de resultados.

Este proceso se realiza con la herramienta *calculadora ráster* de *ArcGIS for Desktop Basic.* (arctoolbox -> herramientas de spatial analyst -> álgebra de mapas -> calculadora ráster). Se requiere licencia de Spatial Analyst.

8. **Calcular puntos de aportación SIMPA que drenan a cada punto**: Para cada punto del fichero *ptosAportaciones.txt* se determina que puntos drenan a él. Para realizar esto se necesita tener el ráster con las direcciones de flujo en formato ASCII *fd.asc* en la carpeta de resultados.

9. **Calcular volumen total de escorrentía en los puntos de aportación**: Para cada punto se determina el volumen total acumulado que le corresponde y se le restan los volúmenes acumulados de los puntos que drenan a este para obtener así el volumen total de escorrentía de su intercuenca o cuenca si el punto está en cabecera (si ningún punto drena a él). En el ejemplo de la figura 17 los puntos 1, 2 y 3, que son tomas de cabecera, drenan al 4, situado inmediatamente aguas abajo de estos tres. Si el volumen total acumulado en 1, 2, 3 y 4 es 0.1, 0.2, 0.3 y 0.8 hm^3 respectivamente el volumen total de escorrentía será de 0.1 hm^3 en el punto 1, 0.2 hm^3 en el punto 2, 0.3 hm^3 en el punto 3 y 0.2 hm^3 (0.8-0.1-0.2-0.3) en el punto 4.
   Para este paso se requiere tener en la carpeta de resultados los ficheros con los volúmenes totales acumulados en formato ASCII *va_AAAA_MM.asc*.

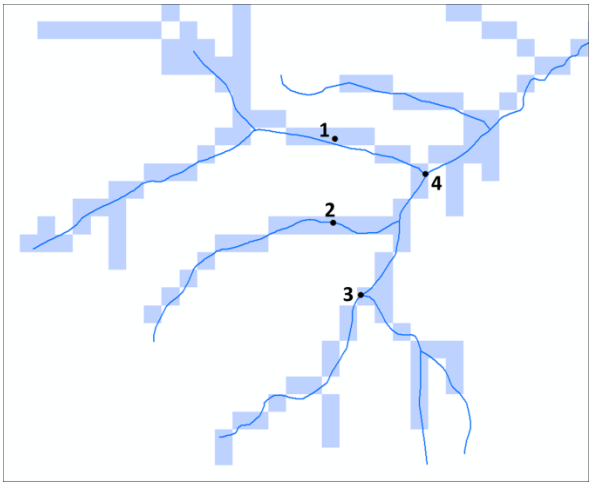


Figura 17. Ejemplo para el cálculo del volumen total de escorrentía en un punto

10. **Restar las demandas a los puntos de aportación**: Si se ha elegido esta opción en la configuración de los parámetros (apartado 5.2) y se tiene el fichero con las demandas a detraer *ptosDemandas.txt* se restará al volumen total de escorrentía en cada punto de aportación el valor de las demandas que drenen a él.

11. **Guardar resultados**: Los volúmenes totales de escorrentía en los puntos de aportación para cada mes se guardarán en un fichero de texto ***AportacionesSIMPA.apo*** en la carpeta de resultados (ver apartado 5.4). Si se han detraído las demandas este fichero se guardará como *AportacionesSIMPA_DemandasDetraidas.apo*.

5.4. Resultados

Las aportaciones SIMPA mensuales calculadas en cada punto se guardarán en un fichero de texto ASCII en la carpeta de resultados ***AportacionesSIMPA.apo***. Este fichero se puede abrir como una hoja de cálculo Excel y está listo para ser cargado en AquaTool sin necesidad de realizar ninguna operación más.

En el encabezado del fichero se indica el sistema que se está modelizando (segunda línea), según lo especificado en el apartado 5.2, el periodo de la simulación (tercera línea) y el número de puntos de aportación que se han considerado (cuarta línea). A continuación se tiene, para cada mes, el volumen total de escorrentía de la intercuenca o cuenca vertiente a cada punto, en hm^3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	APORTACIONES														
2	Modelación del Sistema Cantabria														
3	Periodo 1940-2012														
4	157														
5	Año	Mes	A_EAlsaTorir	A_EElJuncal	A_ELaCohilla	A_EMediajo	A_EPalombe	A_RAbedule	A_RAbedule	A_RAflNansa	A_RAflSabio	A_RAguanaz	A_RAguanaz	A_RAguanaz	A_RAguanaz A
6	1940	10	0.5875	0.0498	8.6334	0.0121	0.4658	0.2134	0.1701	0.0654	0.0591	0.0447	4.489	0.5634	0.3516
7	1940	11	0.6206	0.0346	9.0755	0.0086	0.5447	0.2918	0.2472	0.079	0.0456	0.0417	3.996	0.4615	0.3239
8	1940	12	0.7407	0.1284	3.1597	0.0138	0.3942	0.0865	0.1145	0.0397	0.137	0.0565	5.9081	0.6069	0.4194
9	1941	1	1.1954	0.0746	8.5618	0.0219	0.9573	0.2048	0.3681	0.1292	0.0892	0.0692	6.7331	0.7285	0.5182
10	1941	2	1.268	0.0918	10.5113	0.0155	0.8897	0.2058	0.244	0.1069	0.1157	0.0597	5.5987	0.5741	0.3934
11	1941	3	1.0189	0.0478	12.5552	0.011	0.8756	0.3759	0.2013	0.0948	0.0603	0.0412	3.2343	0.3301	0.2288
12	1941	4	0.7465	0.0349	7.5318	0.0071	0.6736	0.2309	0.1208	0.0627	0.0447	0.0281	2.2317	0.1986	0.138
13	1941	5	1.0122	0.0758	19.2264	0.0154	0.7599	0.336	0.2173	0.0773	0.0881	0.0352	3.5005	0.2999	0.2045
14	1941	6	0.672	0.0403	4.9129	0.0061	0.4796	0.1182	0.0912	0.0379	0.0625	0.0304	2.3296	0.2318	0.1595
15	1941	7	0.4655	0.0283	2.8133	0.0046	0.3217	0.0846	0.0732	0.0255	0.0358	0.0161	1.0702	0.116	0.0805
16	1941	8	0.3669	0.0635	1.952	0.0041	0.2104	0.0607	0.0542	0.0164	0.0603	0.0158	1.2149	0.1533	0.1014
17	1941	9	0.3247	0.0284	1.8312	0.0036	0.1619	0.053	0.0481	0.0128	0.0378	0.0184	1.4378	0.1478	0.0967
18	1941	10	0.3076	0.0319	1.4896	0.004	0.1121	0.0449	0.0391	0.0087	0.0401	0.0184	1.3824	0.1364	0.0928
19	1941	11	0.4218	0.0344	7.421	0.0071	0.3652	0.1932	0.1752	0.055	0.0462	0.0327	3.4763	0.394	0.2696
20	1941	12	0.4612	0.1007	1.8858	0.0069	0.1856	0.0503	0.0567	0.0156	0.1078	0.0388	3.6549	0.3295	0.2294
21	1942	1	1.0358	0.2756	3.151	0.0237	0.3087	0.0768	0.1113	0.034	0.2949	0.0943	11.4327	1.0047	0.7229
22	1942	2	0.9808	0.0965	3.0583	0.0138	0.352	0.0497	0.0779	0.0365	0.1193	0.068	6.0306	0.6572	0.4569
23	1942	3	0.8961	0.0473	9.9389	0.0092	0.5395	0.2338	0.1516	0.0638	0.0595	0.0427	3.6672	0.3522	0.2471
24	1942	4	1.0645	0.0766	10.1103	0.013	0.6016	0.2387	0.1695	0.0673	0.1116	0.0412	4.2458	0.3749	0.2595
25	1942	5	0.6258	0.035	8.2397	0.0056	0.5019	0.1883	0.1254	0.0455	0.0439	0.024	1.621	0.1711	0.1199
26	1942	6	0.4306	0.0292	3.4479	0.0044	0.3539	0.0795	0.068	0.0278	0.0365	0.0131	0.9781	0.095	0.0653
27	1942	7	0.3563	0.0251	1.8695	0.0044	0.2159	0.0576	0.0523	0.0169	0.0302	0.0102	0.6969	0.0772	0.0514
28	1942	8	0.295	0.0322	1.6721	0.003	0.1561	0.0536	0.0486	0.0126	0.0331	0.0116	0.8757	0.0872	0.0579
29	1942	9	0.3385	0.059	3.2716	0.0056	0.1979	0.0608	0.0627	0.0186	0.0783	0.0328	4.6158	0.4374	0.2798
30	1942	10	0.3999	0.0269	7.3409	0.0056	0.4584	0.1805	0.1563	0.0624	0.0334	0.0244	1.6412	0.1752	0.1228
31	1942	11	0.3325	0.0214	4.0039	0.003	0.3068	0.1201	0.0846	0.0319	0.0264	0.0146	1.0761	0.1138	0.0757
32	1942	12	0.4162	0.0213	11.4487	0.0077	0.7515	0.2528	0.3016	0.1039	0.0257	0.0177	1.4882	0.1447	0.0978
33	1943	1	0.6949	0.0734	16.9797	0.0116	1.2711	0.5749	0.4533	0.1657	0.0769	0.0407	4.905	0.4292	0.3085
34	1943	2	0.8305	0.0692	4.4108	0.0109	0.6502	0.1388	0.102	0.059	0.0849	0.0483	4.5627	0.4206	0.2905
35	1943	3	0.631	0.0277	9.0847	0.006	0.6012	0.2142	0.1412	0.0629	0.0346	0.029	2.0288	0.2019	0.1436
36	1943	4	0.5103	0.0216	7.4226	0.005	0.4751	0.18	0.1239	0.0487	0.0271	0.0161	1.2049	0.1128	0.079
37	1943	5	0.6445	0.0504	4.3313	0.0106	0.2979	0.0876	0.0718	0.0232	0.0467	0.0205	1.7914	0.1784	0.1149
38	1943	6	0.4162	0.0206	2.2577	0.0036	0.195	0.062	0.057	0.0152	0.0258	0.015	1.005	0.1079	0.0751
39	1943	7	0.2758	0.0155	1.6482	0.0028	0.1334	0.0506	0.0459	0.0102	0.0194	0.0059	0.3873	0.0409	0.0292
40	1943	8	0.1993	0.0118	1.2133	0.0021	0.0904	0.0404	0.0355	0.0069	0.0148	0.0036	0.2726	0.0349	0.019

AportacionesSIMPA

Figura 18. Fichero de resultados *AportacionesSIMPA.apo*

5.5. Fichero de registros

Al ejecutar por primera vez la aplicación, se generará un fichero .log en el directorio donde se encuentre el ejecutable con el mismo nombre que éste. Cada vez que se ejecute la aplicación en este fichero de eventos se irán almacenando los parámetros y los mensajes de error con la fecha y hora. Al tratarse de un fichero ASCII se puede abrir con cualquier procesador de texto.

AportacionesSIMPA.log: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

```
02/08/2016 14:47:39     CALCULANDO APORTACIONES SIMPA: Octubre 1940 - Septiembre 1941
02/08/2016 14:47:39     Sistema de Explotación: Oria
02/08/2016 14:47:39     Variación de las aportaciones por cambio climático: 0%
02/08/2016 14:47:39     Demandas Detraidas: No
02/08/2016 14:47:39     Carpeta de resultados: Z:\11_AQUATOOL\SIMPA\Proyectos.Net\201600802_0\AportacionesSIMPA\AportacionesSIMPA\bin\Debug\RESULTADOS\
02/08/2016 14:47:41     CÁLCULOS FINALIZADOS

03/08/2016 8:52:30      CALCULANDO APORTACIONES SIMPA: Junio 1946 - Enero 1940
03/08/2016 8:52:30      Sistema de Explotación: Elegir...
03/08/2016 8:52:30      Variación de las aportaciones por cambio climático: 0%
03/08/2016 8:52:30      Demandas Detraidas: No
03/08/2016 8:52:30      Carpeta de resultados: Z:\11_AQUATOOL\SIMPA\Proyectos.Net\201600802_0\AportacionesSIMPA\AportacionesSIMPA\bin\Debug\RESULTADOS\
03/08/2016 8:52:30      Error: El último mes ha de ser igual o posterior al inicial
```

Figura 19. Fichero de eventos .log generado al calcular las aportaciones

6. MENSAJES DE ERROR

Cada vez que se produzca un error controlado al ejecutarse alguno de los procesos en el cálculo de la red de drenaje o de las aportaciones SIMPA se abrirá una ventana con la descripción del mismo. En el ejemplo de la siguiente figura se avisa al usuario que el archivo ráster *mdt* no se encuentra en la carpeta de datos o tiene un nombre distinto por lo que el proceso Clip (recortar mdt) no se ha podido finalizar (ERROR 000732). También aparece un mensaje (WARNING 000725) para avisar de que el ráster de salida *mdtclip* ya existe en la carpeta de resultados. Este aviso no debería generar ningún error ya que los ficheros de resultados se sobreescriben.

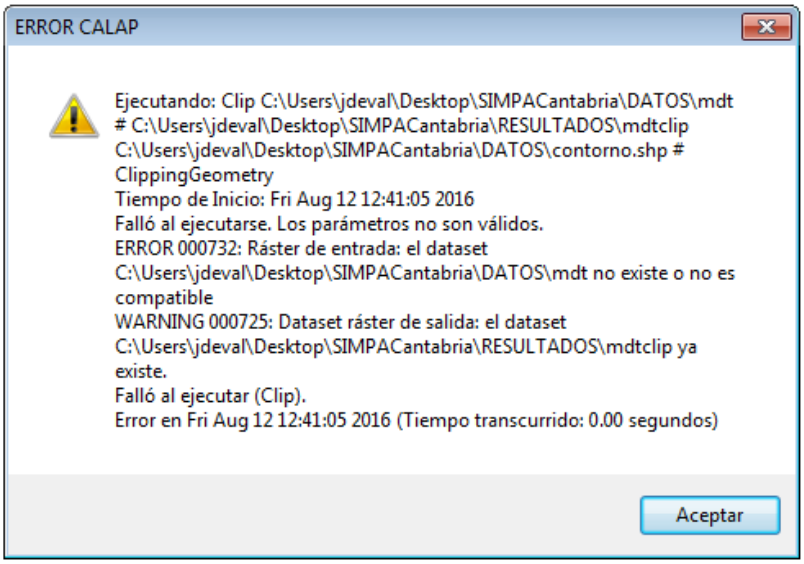


Figura 20. Ventana con mensaje de error