Ejemplo de desarrollo de un modelo de Precipitación-Escorrentía con la herramienta EvalHid (AquaTool)

Índice

1. Introducción 2

2. Enunciado 2

3. Desarrollo del modelo 3

3.1. Creación de un proyecto 3

3.2. Definición de los archivos de datos 7

3.3. Definición del periodo de simulación 8

3.4. Introducción de las subcuencas desde GIS 9

3.5. Definición de los puntos de desagüe 13

3.6. Asignación de las columnas de Precipitación, ETP y Temperatura 21

3.7. Selección del modelo de Precipitación-Escorrentía 23

3.8. Asignación de parámetros 26

3.9. Resumen y comprobaciones 29

3.10. Cálculo y visualización de resultados 32

4. Modelo Simges 35

5. Aplicación con demandas variables 39

6. Análisis de la componente subterránea 43

6.1. Modificación del modelo de AquaTool 43

6.2. Modificación del proyecto EvalHid 46

6.3. Análisis de resultados. 48

Anexo 1. Creación de archivos de entrada. 51

1. Introducción

A lo largo de los siguientes apartados se va a desarrollar un ejercicio práctico de modelación hidrológica aplicado al análisis de sistemas de recursos hídricos. La aplicación se realizará en la cuenca del río Águeda ubicada dentro del ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

Se utilizará la herramienta EvalHid para la evaluación de recursos hídricos que forma parte del Sistema Soporte de ayuda a la Decisión AquaTool.

2. Enunciado

Con ayuda de la herramienta EvalHid, vamos a desarrollar un modelo de Precipitación-Escorrentía con el objetivo de aplicarlo en la obtención de las series de aportaciones de un modelo de simulación del río Águeda que ha sido desarrollado con la herramienta Simges.

Para ello disponemos de información relativa a la cuenca del río Águeda, entre otras cosas: las masas de agua superficial, la superficie de las subcuencas vinculadas a éstas, así como sus datos de precipitación, ETP y temperatura. Por otra parte se requiere también información de las estaciones de aforo, embalses, etc., no sólo para localizarlos geográficamente sino también los registros históricos que se encuentren disponibles, ya que estos últimos se utilizan en la fase de calibración del modelo.

Esta fase de calibración se ha llevado a cabo en un estudio anterior. En dicho estudio se han considerado dos puntos de calibración: el primero de ellos (punto 1 en la Figura 1) se corresponde con el embalse de Águeda y, el segundo (punto 2) es la estación de aforos ROEA 2091 localizada en Castillejo de Martín Viejo.

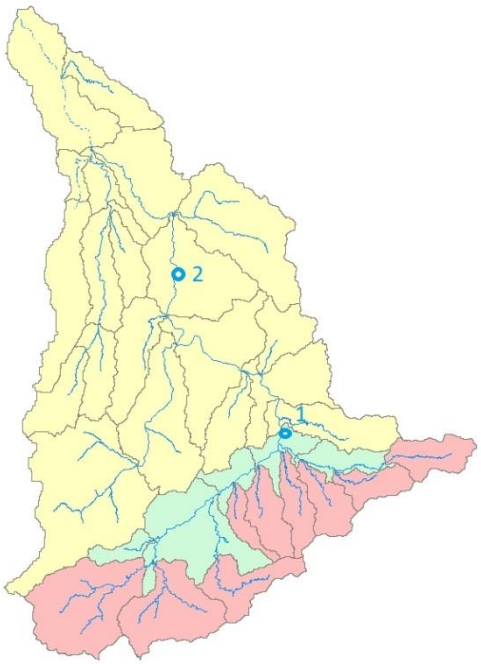


Figura 1. Imagen GIS de la cuenca del río Águeda

Una parte importante de las precipitaciones de la cuenca se da en forma de nieve, que además, debido a las bajas de temperatura durante los meses de invierno suele almacenarse en las cumbres más altas hasta la llegada de la primavera. Las cuencas sombreadas de color rosa en la Figura 1 representan subcuencas en las que debe tenerse en cuenta la nieve en la modelación. Todas las subcuencas localizadas aguas arriba del punto 1 (representadas de color verde y rosa en la Figura 1) comparten los mismos parámetros del modelo hidrológico. El resto de las subcuencas comparten los parámetros obtenidos en el segundo punto de calibración. En ambos casos se ha utilizado el modelo hidrológico HBV (consultar Manual Técnico de EvalHid). En las siguientes tablas se dispone de la información correspondiente a dichos parámetros:

Beta	FC	PWP	Lmax	k0	k1	k2	kperc	TT	DD
3.38	252.63	408.06	3.18	0.498	0.398	0.084	1	0.148	7.85

Tabla 1. Parámetros del modelo HBV y Nieve 1 para las subcuencas calibradas con el punto 1

Beta	FC	PWP	Lmax	k0	k1	k2	kperc
4.99	584.98	32.04	54.12	0.331	0.399	0.145	0.001

Tabla 2. Parámetros del modelo HBV para las subcuencas calibradas con el punto 2

Toda la información que vamos a utilizar para resolver el ejercicio se encuentra dentro de la carpeta denominada “Datos disponibles”. Y en ella podemos encontrar:

- Archivo de precipitación
- Archivo de ETP
- Archivo de temperatura
- Capas gis de (subcarpeta “Capas GIS”):
    - Subcuencas
    - Ríos
    - Embalses
    - Estaciones de aforo
- Modelo Simges (subcarpeta “Modelo Agueda”)
- Archivo Observados

3. Desarrollo del modelo

3.1. Creación de un proyecto

En primer lugar, accedemos al programa desde el Menú de Inicio→Programas→AquaTool y pulsamos en EvalHid.

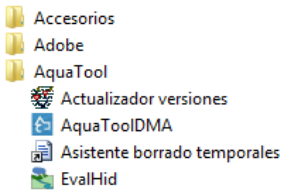


Figura 2: Menú de programas.

Al abrir EvalHid aparecerá una ventana como la que se muestra en la siguiente figura. Se puede apreciar como solo hay activos tres botones en el menú superior (**Nuevo Proyecto**, **Abrir Proyecto** e **Idioma**).

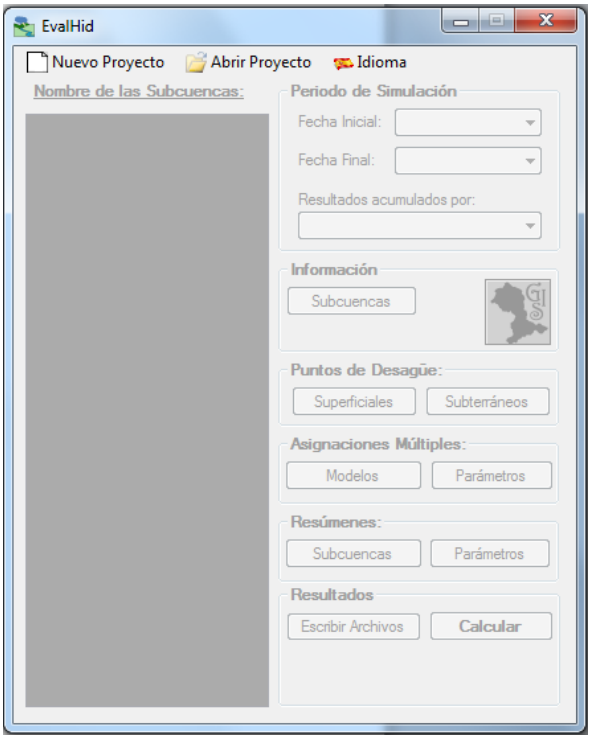


Figura 3: Ventana Principal del programa tras iniciarse desde un acceso al programa.

El primer paso para introducir datos en EvalHid es crear un nuevo proyecto. Para ello se ha de pulsar sobre el botón correspondiente (Nuevo Proyecto) y aparecerá el siguiente formulario para indicar el nombre y la ubicación donde guardar el proyecto, el directorio de trabajo y los tres archivos de datos.

El archivo del proyecto de EvalHid se guarda con la extensión **.ehd** y aparecerá con el icono del programa EvalHid en el directorio donde se haya guardado.

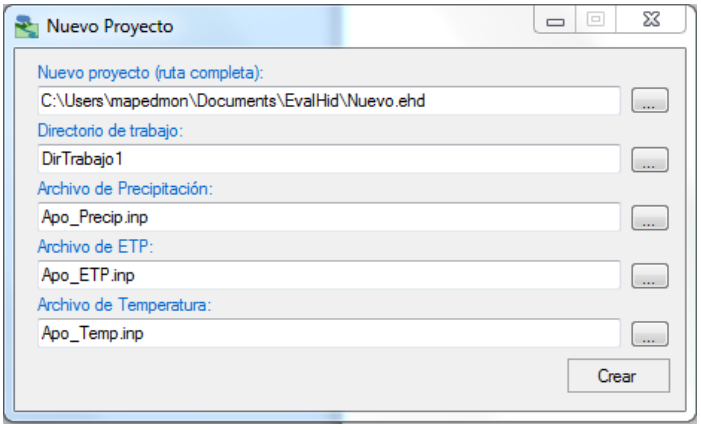


Figura 4: Cuadro de dialogo para crear un nuevo proyecto.

El directorio de trabajo debe estar en el mismo directorio donde se guarde el proyecto, por este motivo, en el apartado “Directorio de trabajo” hay que poner simplemente el nombre de la carpeta o directorio y no la ruta completa. En el ejercicio, “DirTrabajo1” debe estar en “C:\Users\mapedmon\Documents\EvalHid\DirTrabajo1”. En el caso de que se indique un directorio que no exista, el programa lo creará en la ubicación donde se guarda el proyecto. Una vez especificada la información requerida, se pulsa en **Crear** y se habilita el resto de elementos del programa, como se ve en la siguiente figura.

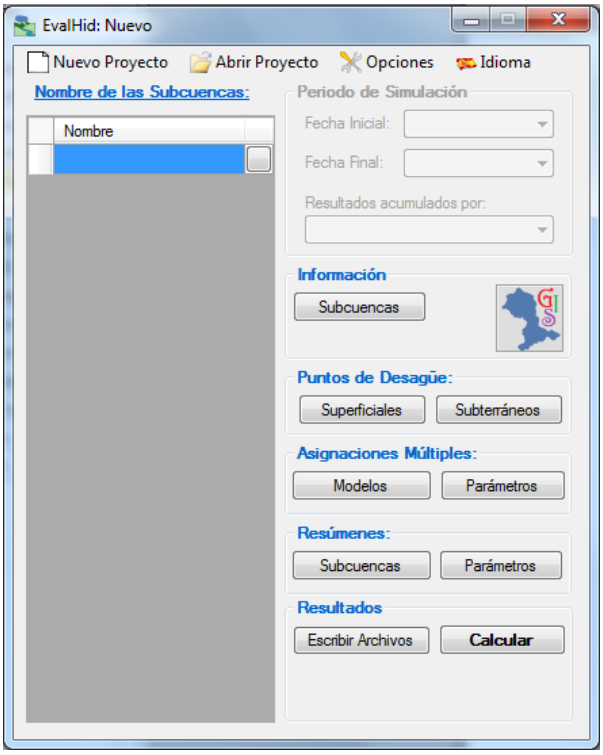


Figura 5. Ventana principal tras haber creado el nuevo proyecto

Es conveniente comentar los distintos elementos de los que consta esta ventana antes de continuar con el ejercicio (ver esquema de la Figura 6).

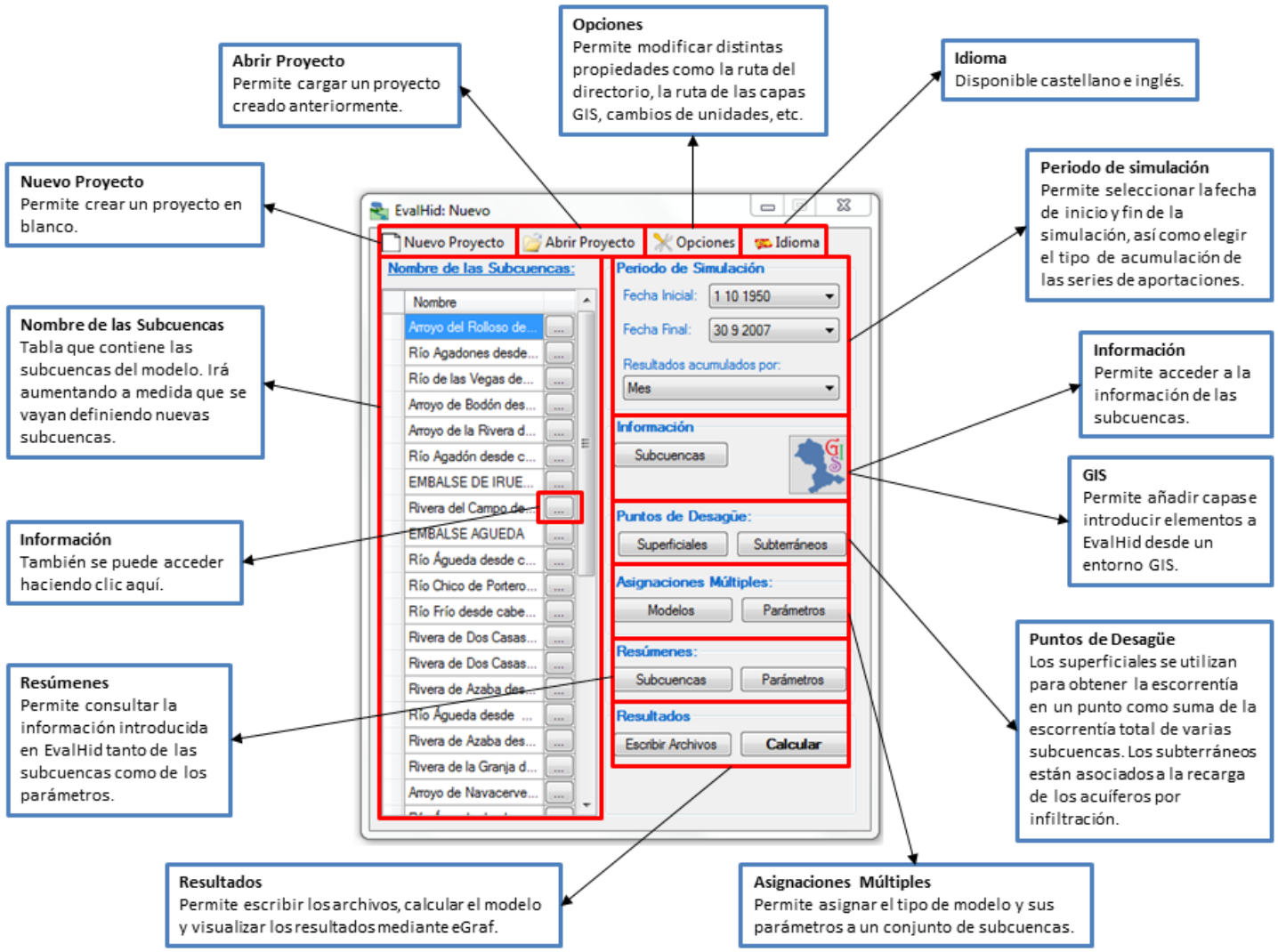


Figura 6. Componentes de la ventana principal de EvalHid

3.2. Definición de los archivos de datos

Como hasta ahora no hemos introducido los archivos de Precipitación, ETP y Temperatura, el apartado relativo al "Periodo de Simulación" estará deshabilitado, como muestra la Figura 5.

Haciendo clic en **Opciones** se abrirá la siguiente ventana. Podemos ver que nos falta por añadir los archivos de precipitación, ETP y temperatura, que aparecen en color rojo. Hacemos clic en el icono de la lupa e indicamos la ruta en la que se encuentran estos archivos (para localizarlos tendrás que buscar la ruta donde hayas guardado la carpeta "Datos disponibles" correspondiente al anunciado del ejercicio). En el Anexo 1 se puede consultar el procedimiento para crear estos tres archivos de entrada.

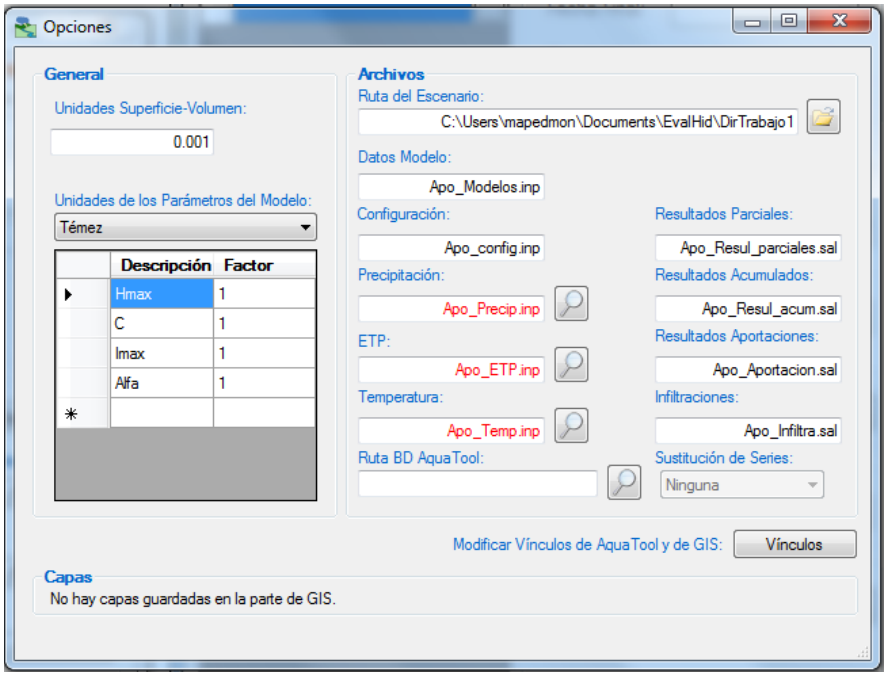


Figura 7. Ventana de Opciones

Una vez seleccionado el archivo de precipitación aparecerá el siguiente mensaje:

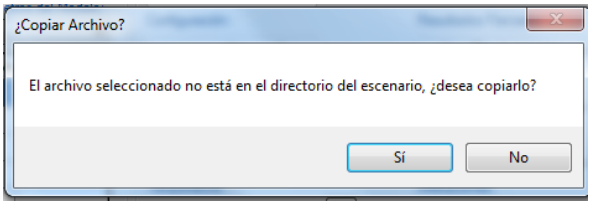


Figura 8. Ventana para copiar los archivos de precipitación, ETP y temperatura

Hacemos clic en **Sí** y repetimos la operación para añadir los otros dos archivos. Una vez los hayamos añadido, la ventana de opciones quedará de la siguiente manera:

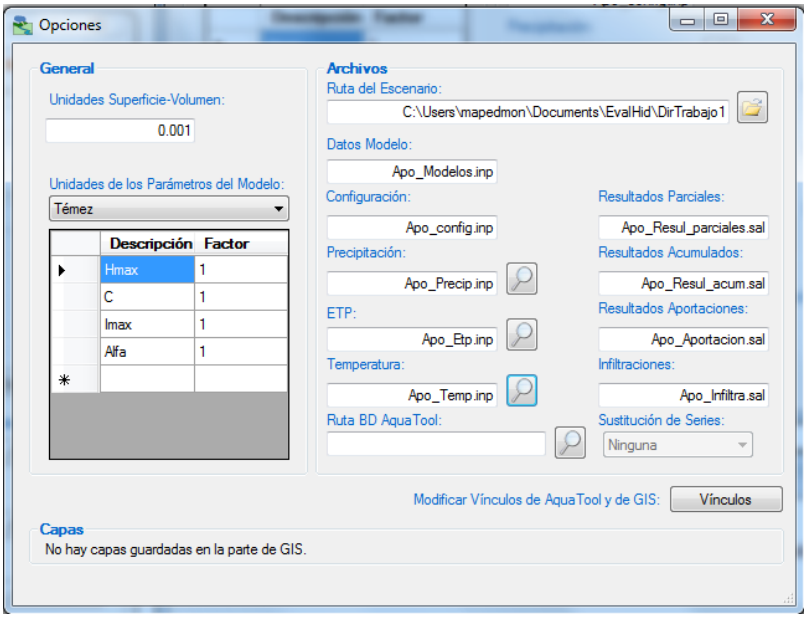


Figura 9. Ventana de opciones una vez añadidos los archivos de entrada

En esta misma ventana tenemos la posibilidad de incluir la ruta de acceso a la base de datos de AquaTool. Esta opción la utilizaremos más adelante para vincular las aportaciones de Simges con las aportaciones obtenidas en EvalHid.

3.3. Definición del periodo de simulación

El siguiente paso será la introducción del periodo de simulación. Nuestros archivos de precipitación, ETP y temperatura se encuentran en escala diaria, por lo que el periodo de simulación vendrá también definido en esa escala. En caso de no disponer de información tan detallada, el problema también podría abordarse con datos de entrada en escala mensual; en ese caso, los archivos de entrada deberán estar organizados por meses.

Abrimos el desplegable de **Fecha Inicial** y seleccionamos la primera fecha correspondiente al día 1 de enero de 1950. Como **Fecha Final** seleccionamos el último dato disponible en el desplegable que hace referencia al día 31 de marzo de 2008.

Tenemos la posibilidad de presentar los resultados de las aportaciones a escala diaria, o bien, agruparlos en meses o años. En el ejemplo vamos a acumularlos mensualmente ya que nuestro modelo Simges también funciona a escala mensual.

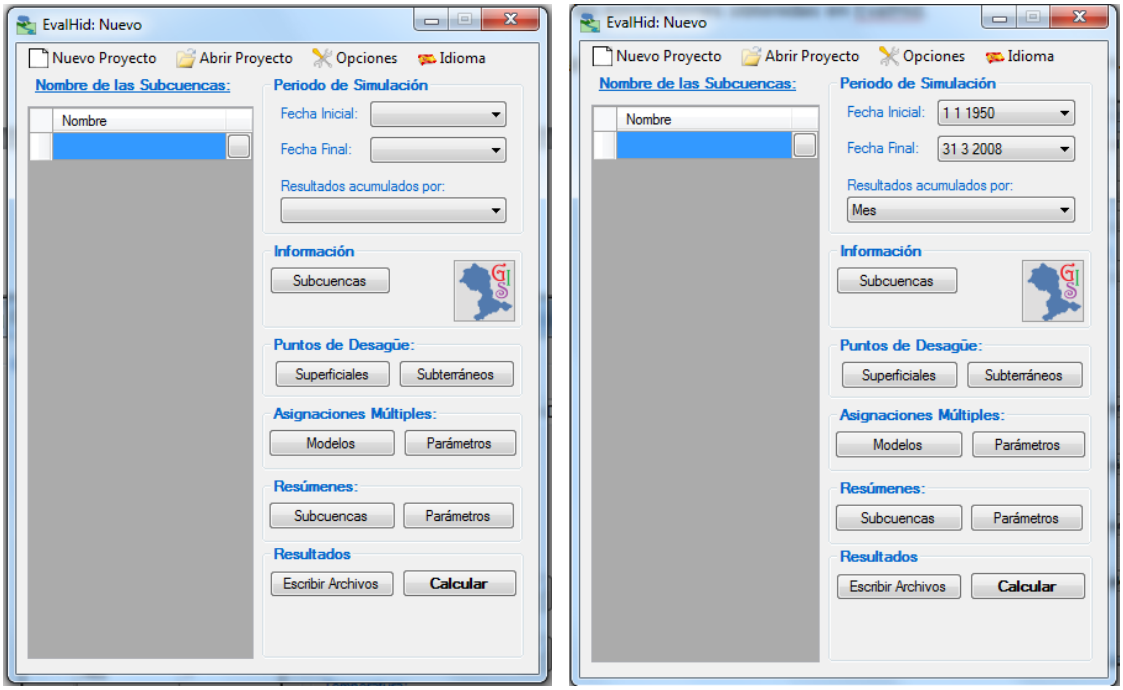


Figura 10. Ventana principal. Selección del periodo de simulación

3.4. Introducción de las subcuencas desde GIS

El siguiente paso será introducir la información relativa a las subcuencas y los puntos de desagüe. Para ello, como se comentaba anteriormente, es posible introducir cierta clase de información desde capas GIS. Para acceder a la ventana GIS que permite realizar estas acciones se debe pulsar sobre el botón **GIS** ( ), y se mostrará la siguiente ventana:

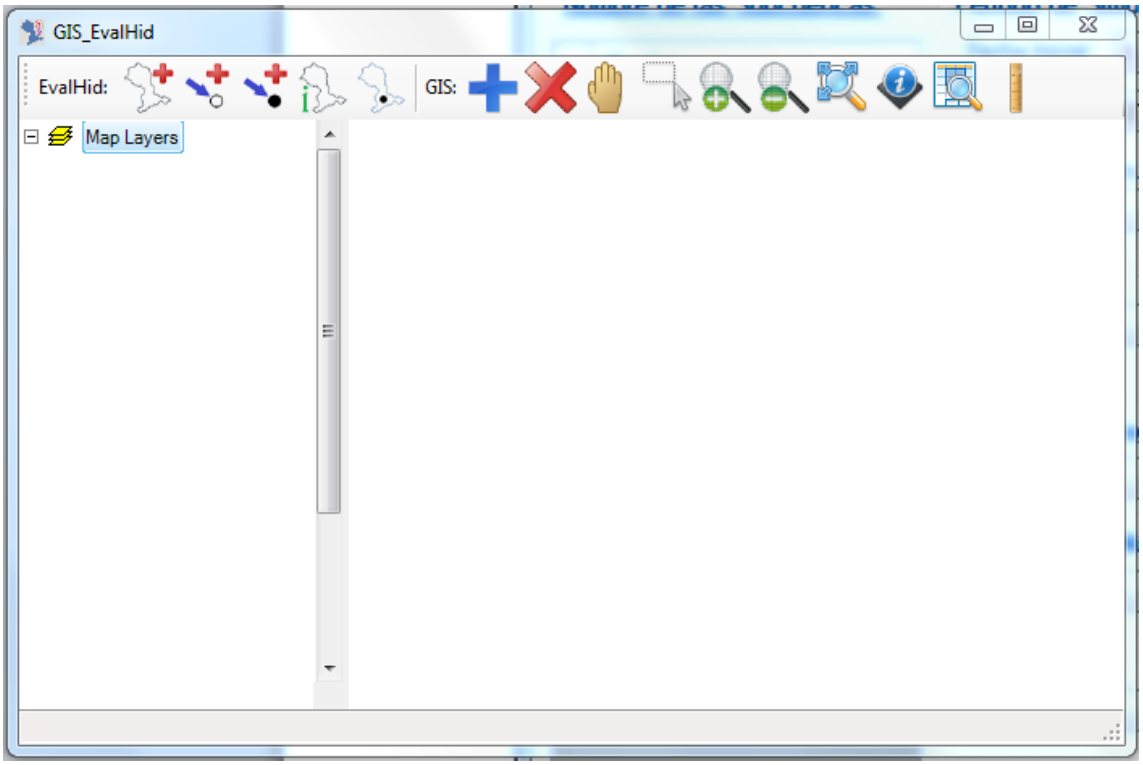


Figura 11. Ventana GIS

En la parte derecha están los botones típicos de un visor de GIS (añadir capas, borrar, desplazar, seleccionar…) y a la izquierda los relativos a la parte de EvalHid que se explicarán posteriormente. Lo primero que debemos hacer es añadir las capas del ejercicio mediante el botón **Añadir Capa** ( ).

Las capas que vamos a introducir se encuentran dentro de la carpeta de "Datos disponibles\Capas GIS" y serán las siguientes:

- Subcuencas
- Ríos
- Embalses
- Estaciones de aforo

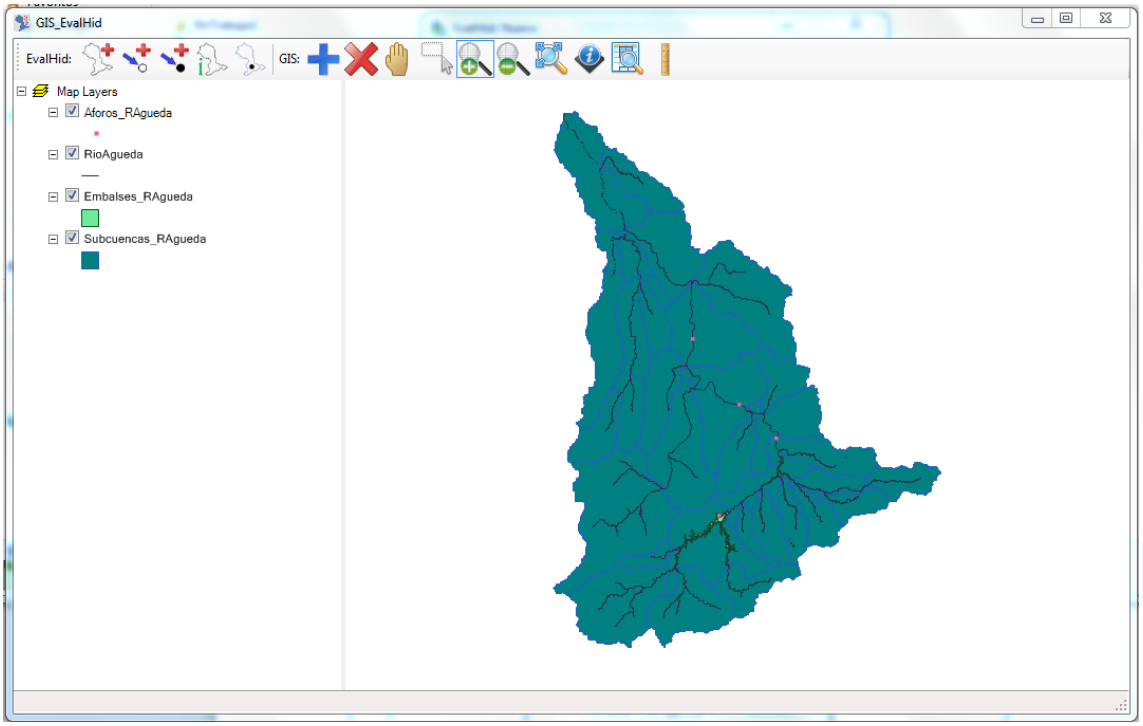


Figura 12. Ventana GIS tras la inclusión de las distintas capas

Al igual que en los visores GIS tradicionales, es posible cambiar los formatos de visualización de cada capa. Para ello basta con hacer doble clic en el menú de la izquierda y se abrirá una nueva ventana.

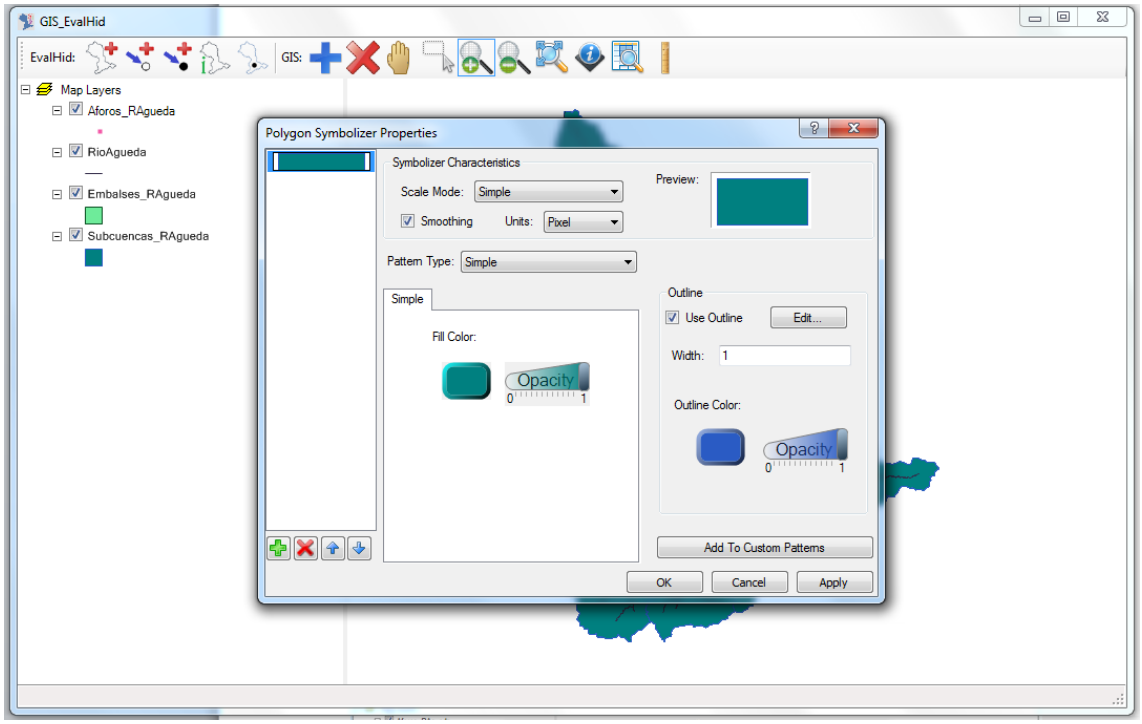


Figura 13. Ventana para modificar las opciones de visualización de una capa

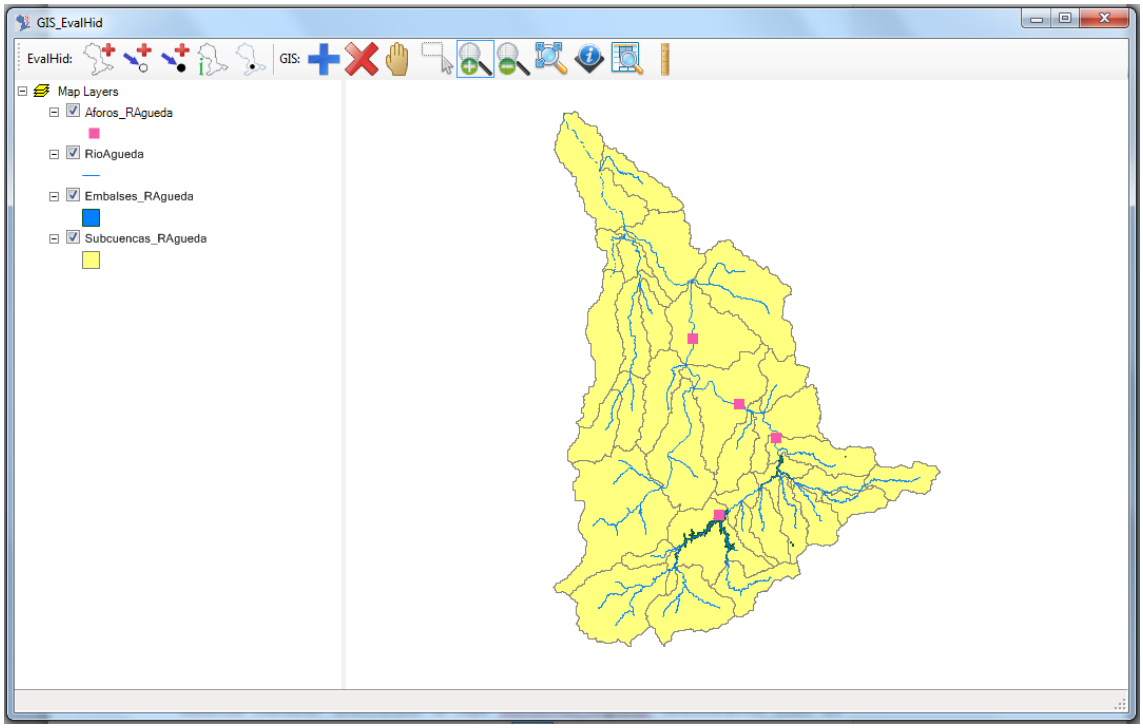


Figura 14. Ventana GIS con diferentes cambios de formato de visualización

A continuación agregaremos las subcuencas a EvalHid. Para ello, en el listado de capas, debemos mantener seleccionada la capa Subcuencas_RAgueda. Seleccionamos todas las subcuencas con ayuda del botón **Seleccionar** ( ) y hacemos clic sobre el botón **Agregar Subcuencas Seleccionadas** ( ).

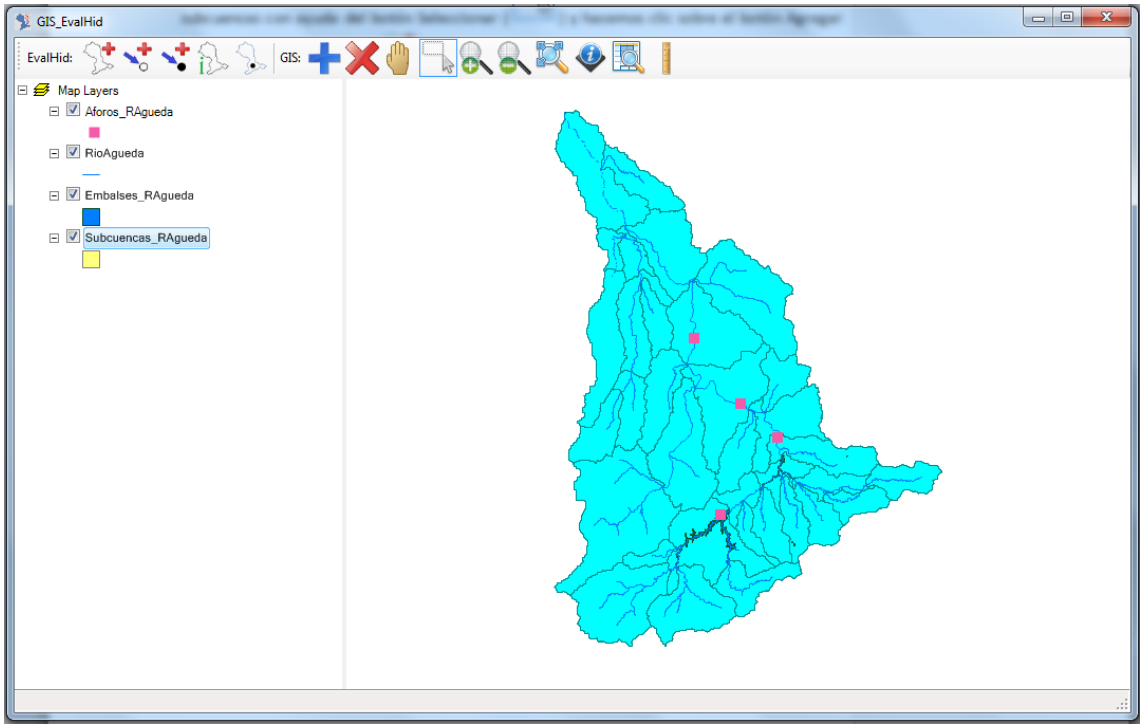


Figura 15. Ventana GIS. Agregar subcuencas seleccionadas

Se abrirá un formulario para preguntarnos de qué capa vamos a coger la información y qué tipo de información (código, área, nombre). Seleccionamos la capa Subcuencas_RAgueda. En **Código** seleccionamos ID_EvalHid, en **Nombre**, NOMBRE y en **Área**, ÁREA (ver Figura 16). El Código permite vincular la información de EvalHid con la de GIS.

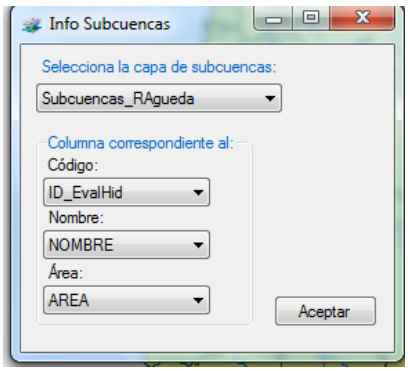


Figura 16. Ventana GIS. Información de Subcuencas tras crear el ID_EvalHid

Al pulsar **Aceptar**, se agregarán a EvalHid con el nombre y el área de las subcuencas seleccionadas. Como el nombre de algunas subcuencas es demasiado largo, el programa nos indica que éste se recortará automáticamente.

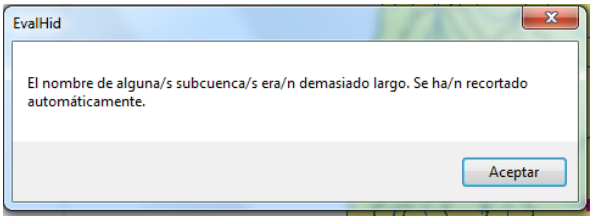


Figura 17. Ventana GIS. Mensaje de aviso

Volvemos a hacer clic en **Aceptar**. Con esto, en la ventana principal de EvalHid podremos ver que ya hemos agregado todas las subcuencas.

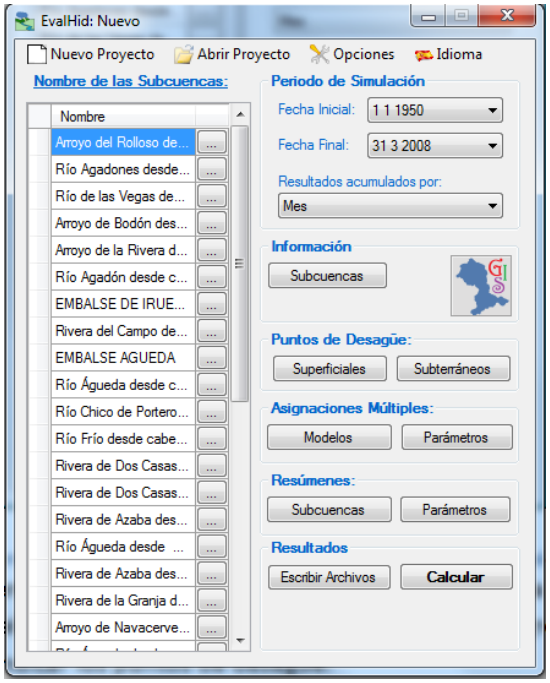


Figura 18. Ventana principal una vez agregadas todas las subcuencas seleccionadas

3.5. Definición de los puntos de desagüe

Los puntos de desagüe se utilizan para obtener la escorrentía en un punto determinado como suma de la escorrentía total de una o varias subcuencas. Para agregarlos vamos a utilizar la base de datos de AquaTool con la que queremos relacionar los resultados.

La siguiente figura muestra el esquema del modelo Simges para el río Águeda. Como vemos este esquema incluye 6 aportaciones que representan la escorrentía superficial del sistema (corresponden con los Puntos de Desagüe Superficial en EvalHid). Estas aportaciones son:

- AN Cabecera Águeda. Representa la aportación de la cabecera del río Águeda hasta el futuro embalse de Irueña.
- AN E. Águeda. Incorpora la aportación intermedia entre el futuro embalse de Irueña y el embalse de Águeda.
- AN Agadón. Representa la aportación del río Agadón, que confluye con el río Águeda por su margen derecha antes del embalse de Águeda.
- AN Azaba. Se corresponde con la aportación del río Azaba, que confluye con el río Águeda por su margen izquierda.
- AN Castillejo. Representa la aportación intermedia entre el embalse de Águeda y la estación de aforos ROEA 2091 Castillejo de Martín Viejo (descontando AN Azaba).
- AN Águeda Final. Representa la aportación intermedia entre la estación de aforos ROEA 2091 Castillejo de Martín Viejo y la desembocadura del río Águeda en el río Duero.

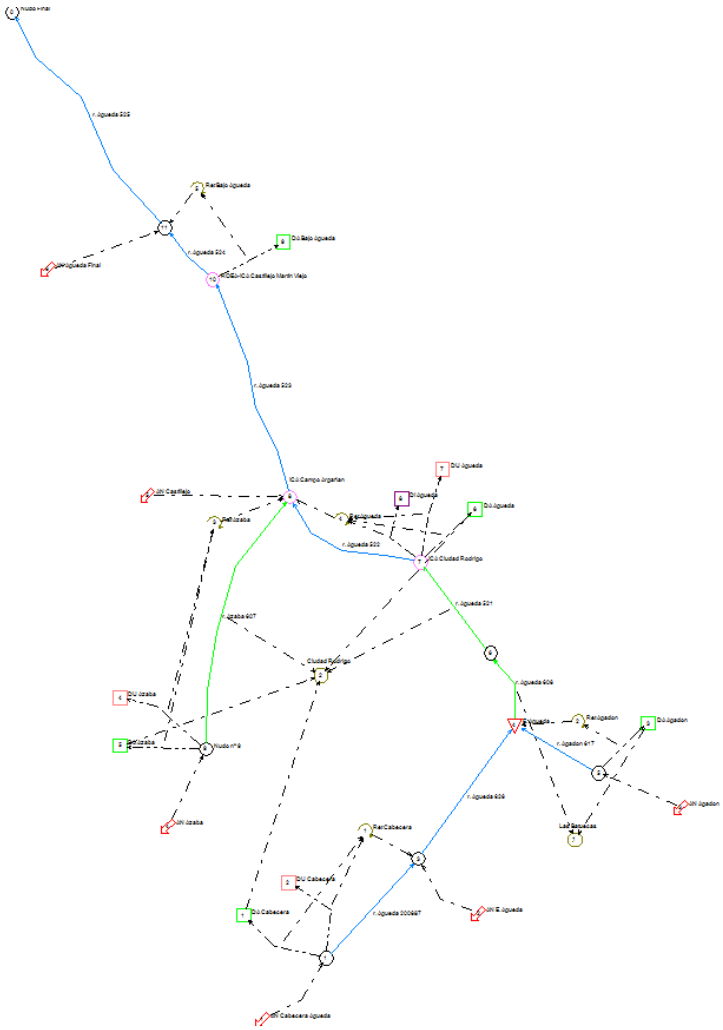


Figura 19. Esquema del modelo Simges del río Águeda

La siguiente imagen muestra cuáles de las subcuencas que hemos introducido en el modelo EvalHid representan cada una de las aportaciones utilizadas en el modelo de simulación de Simges. De este modo, deberemos añadir 6 puntos de desagüe en el modelo EvalHid que van a representar estas mismas aportaciones.

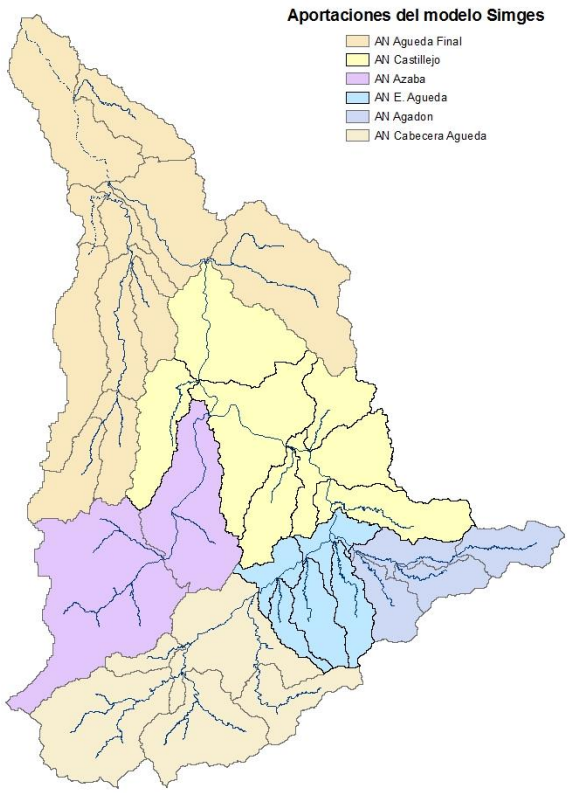


Figura 20. Imagen GIS de las subcuencas que se corresponden con las aportaciones utilizadas en Simges

Dentro de la ventana principal hacemos clic sobre **Puntos de Desagüe Superficiales**.

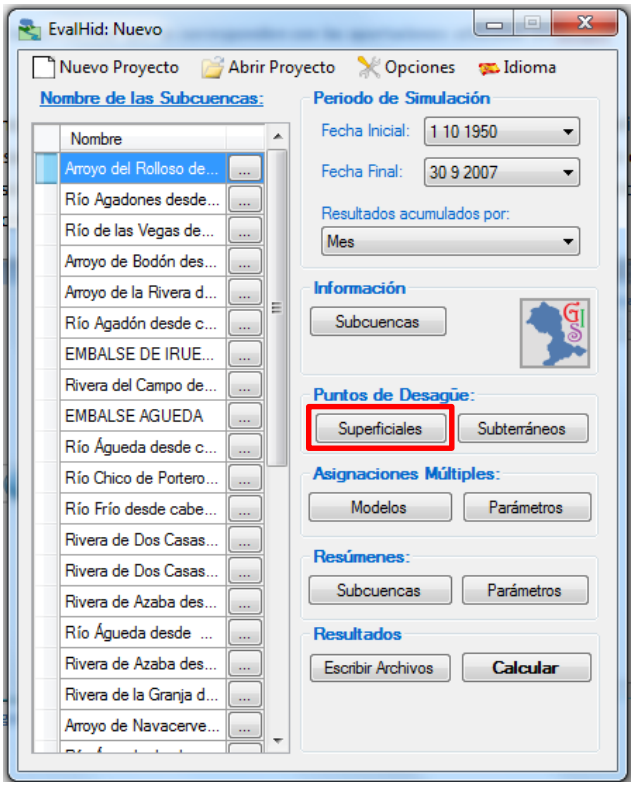


Figura 21. Ventana principal. Selección de los puntos de desagüe superficiales

Se abrirá una nueva ventana y pulsamos sobre el botón **Seleccionar Modelo**. Aparecerá un cuadro de dialogo para elegir la base de datos de AquaTool del modelo Águeda que se encuentra dentro de la carpeta “Datos disponibles\Modelo Agueda”.

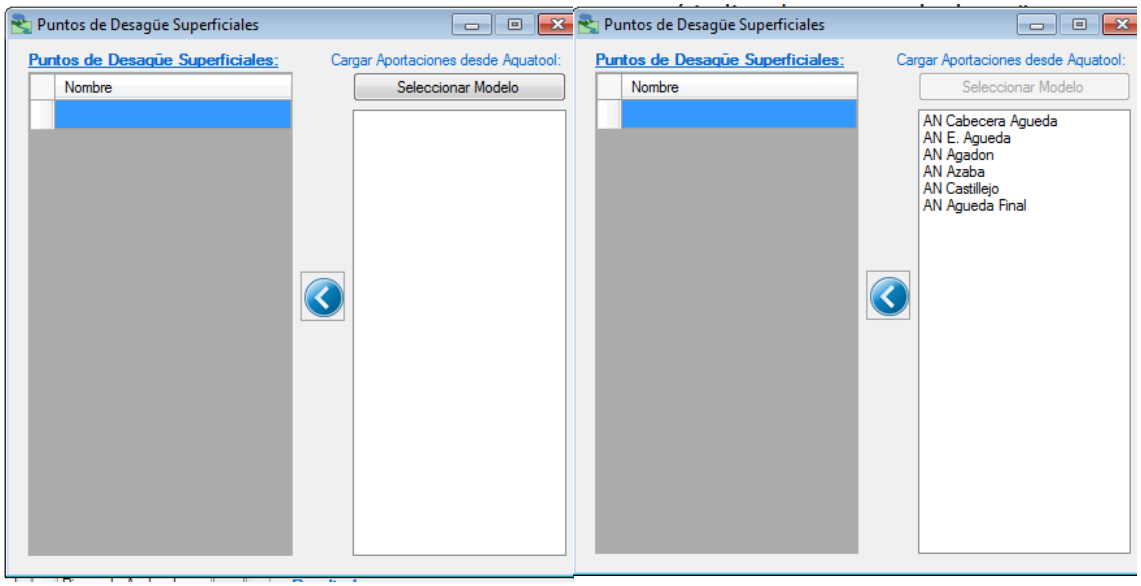


Figura 22. Ventana de Puntos de Desagüe Superficiales

Aparecerá un listado con las aportaciones existentes en nuestro modelo. Para incorporarlas a EvalHid basta con seleccionar todas las aportaciones del listado de la derecha y pulsar sobre el botón con forma de flecha hacia la izquierda ( ). Una vez hayamos seleccionado los puntos de desagüe cerramos la ventana.

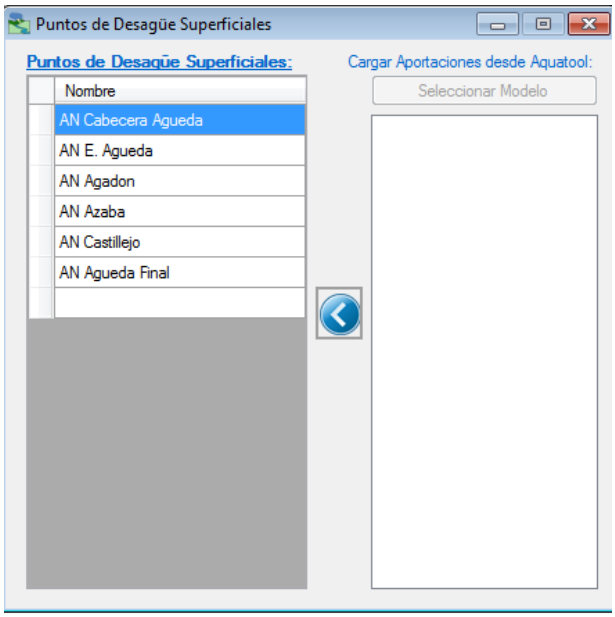


Figura 23. Puntos de Desagüe Superficial seleccionados

El siguiente paso será asignar cada subcuenca a su punto de desagüe superficial. Para ello, desde la ventana de GIS de EvlaHid hacemos clic en **Asignar PD Superficiales** ( ). Por defecto, el programa entiende que los puntos de desagüe superficial se encuentran en una capa GIS de tipo punto. Como este no es nuestro caso cerramos esta ventana.

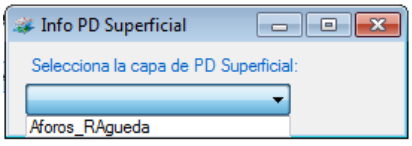


Figura 24. Cuadro de diálogo para la selección de la capa de PD Superficial

A continuación se abrirá otra ventana en la que aparecen tanto las subcuencas como los puntos de desagüe superficial que utilizaremos para seleccionarlas subcuencas que se corresponden con cada punto de desagüe.

Con ayuda del botón **Seleccionar** ( ) hacemos clic sobre las 5 subcuencas que representan la aportación AN Cabecera Agueda dentro de la ventana del GIS. Comprobaremos como en la parte izquierda del cuadro de diálogo se van seleccionando las subcuencas sobre las que hemos hecho clic. En la parte de la derecha seleccionamos AN Cabecera Agueda y pulsamos sobre **Asignar Punto de Desagüe Superficial**. Una vez seleccionadas veremos cómo estas subcuencas han desaparecido de la zona de la izquierda.

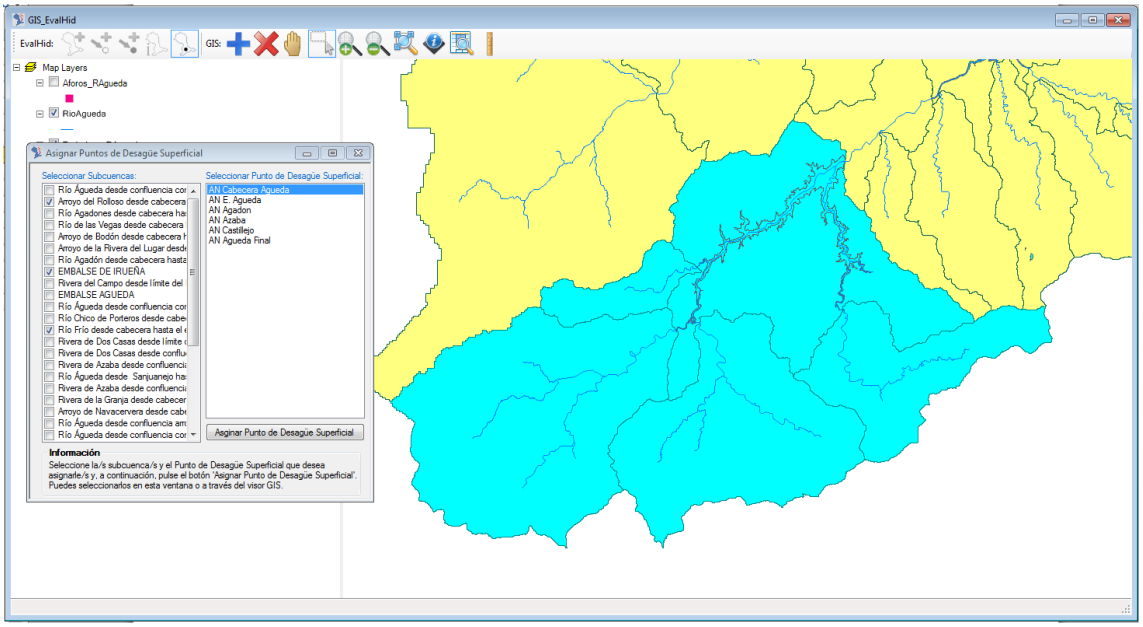


Figura 25. Ventana GIS. Asignar Puntos de Desagüe Superficial

Repetiremos esta operación para los siguientes puntos de desagüe.

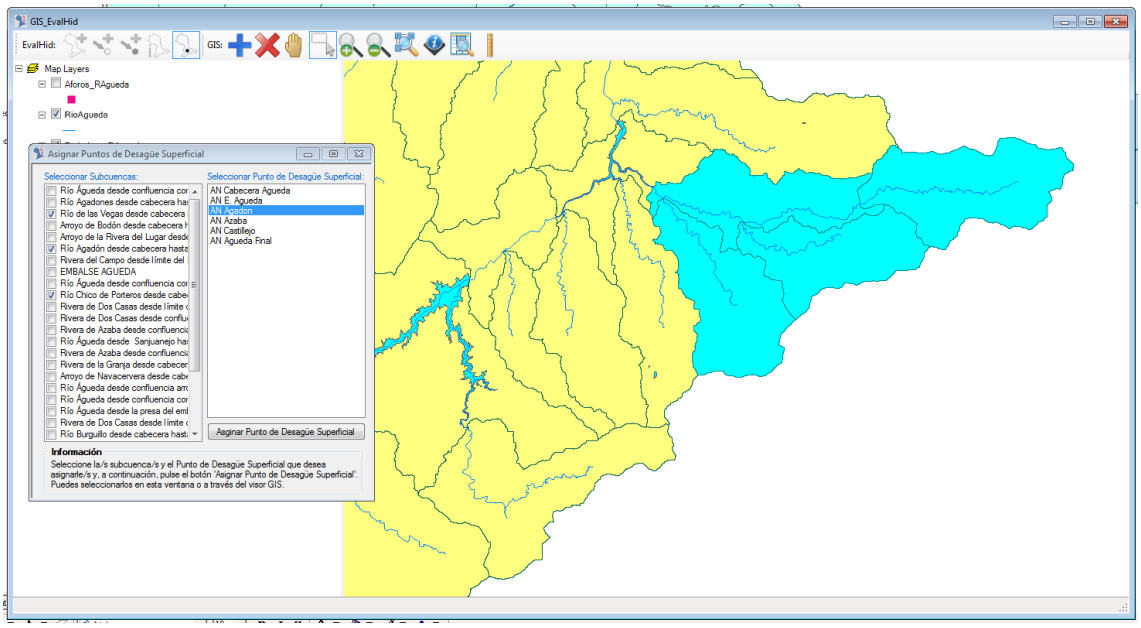


Figura 26. Ventana GIS. PD Superficial AN Agadon

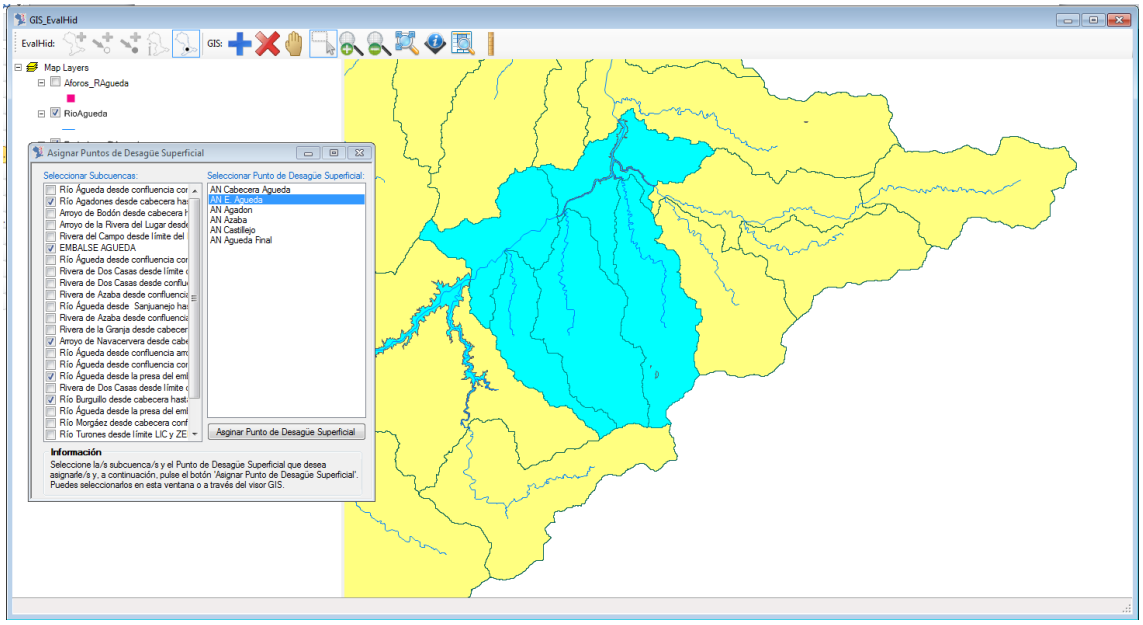


Figura 27. Ventana GIS. PD Superficial AN E. Agueda

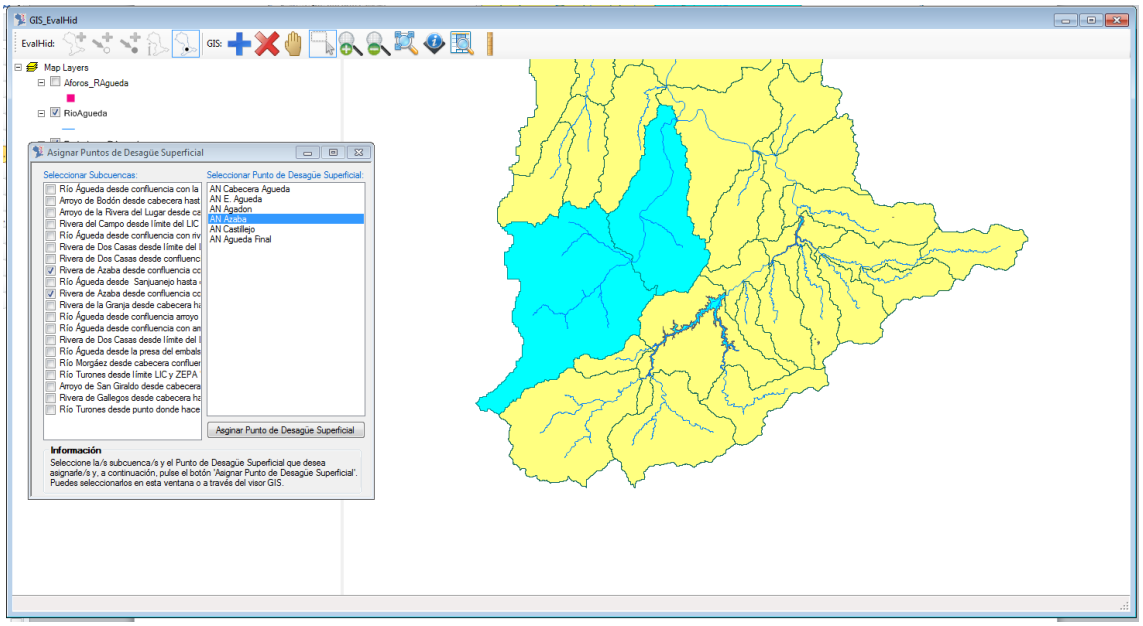


Figura 28. Ventana GIS. PD Superficial AN Azaba

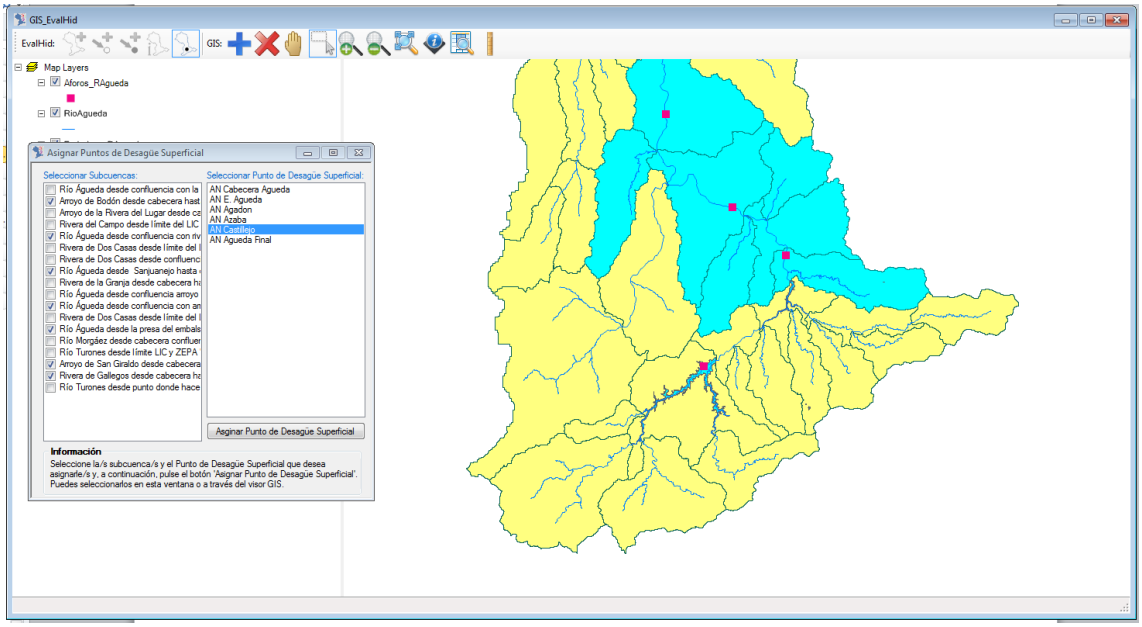


Figura 29. Ventana GIS. PD Superficial AN Castillejo

Para el último punto de desagüe superficial (AN Agueda Final) basta con seleccionar una a una las subcuencas dentro del cuadro izquierdo de la ventana de Asignar puntos de desagüe superficial y hacer clic sobre **Asignar Puntos de Desagüe Superficial**.

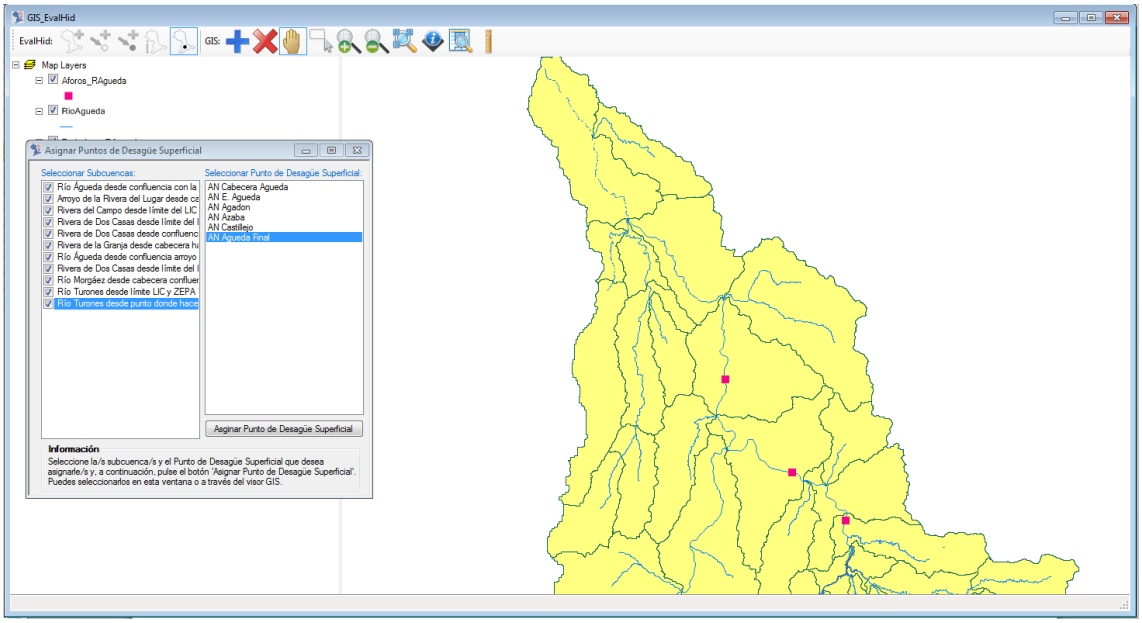


Figura 30. Ventana GIS. PD Superficial AN Agueda Final

Una vez insertados los puntos de desagüe vamos a ver qué información nos queda por introducir. Para ello, dentro de la ventana principal hacemos clic sobre **Información Subcuencas**.

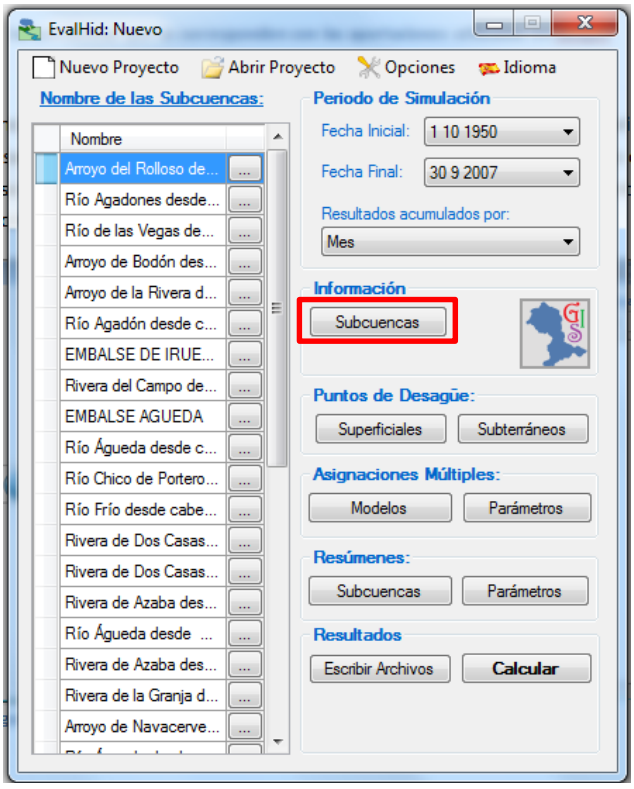


Figura 31. Ventana principal. Selección de los puntos de desagüe superficiales

Dentro del menú desplegable seleccionamos cualquier subcuenca al azar y se mostrará la información que está pendiente de introducir.

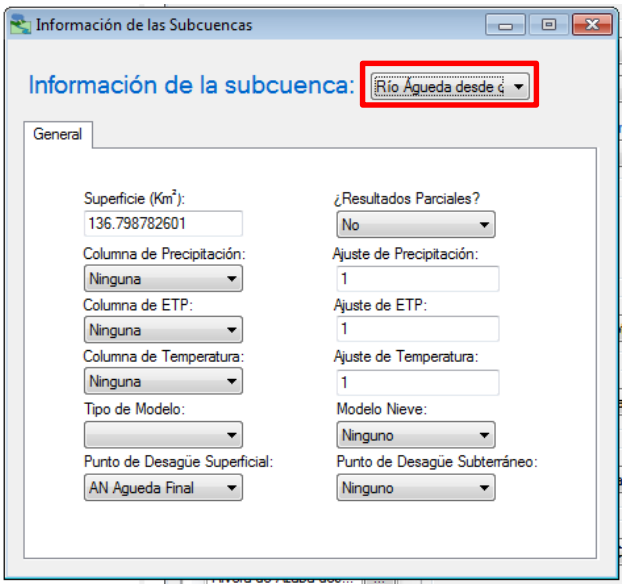


Figura 32. Ventana de información de las subcuencas

Comprobamos que en la figura anterior se muestra la información relativa a la pestaña **General**. En ella hay que introducir una serie de datos como la superficie de la subcuenca, las columnas correspondientes a la Precipitación, ETP y Temperatura relativas a los archivos de entrada, el ajuste de estos factores (por si se quiere modificar en un tanto por ciento los datos de entrada), el tipo de modelo de escorrentía (al seleccionar uno, aparecerá una nueva pestaña en la parte superior), el tipo de modelo de nieve (idem que con el anterior modelo) y la asignación de los puntos de desagüe. Además, se tiene la opción de que en los resultados aparezcan los cálculos intermedios de algunas de las variables del modelo seleccionado (Resultados Parciales).

Podemos ver que tenemos pendiente vincular las diferentes columnas de precipitación, ETP y temperatura a cada subcuenca; debemos seleccionar el tipo de modelo de precipitación-escorrentía; y, faltaría seleccionar el tipo de modelo de nieve para las subcuencas que lo requieran.

3.6. Asignación de las columnas de Precipitación, ETP y Temperatura

A continuación vamos a vincular la columna de precipitación, ETP y temperatura manualmente. Esta tarea la llevaremos a cabo desde la misma ventana de Información de las subcuencas en la que nos encontramos.

Los archivos de datos se han generado ordenadamente para que el orden de las subcuencas sea el mismo que el orden de los archivos de Precipitación, ETP y Temperatura. De este modo, para seleccionar la columna de la subcuenca Arroyo del Rolloso… bastará con seleccionar dentro del menú desplegable **Columna de Precipitación** la subcuenca Arroyo de Rolloso...

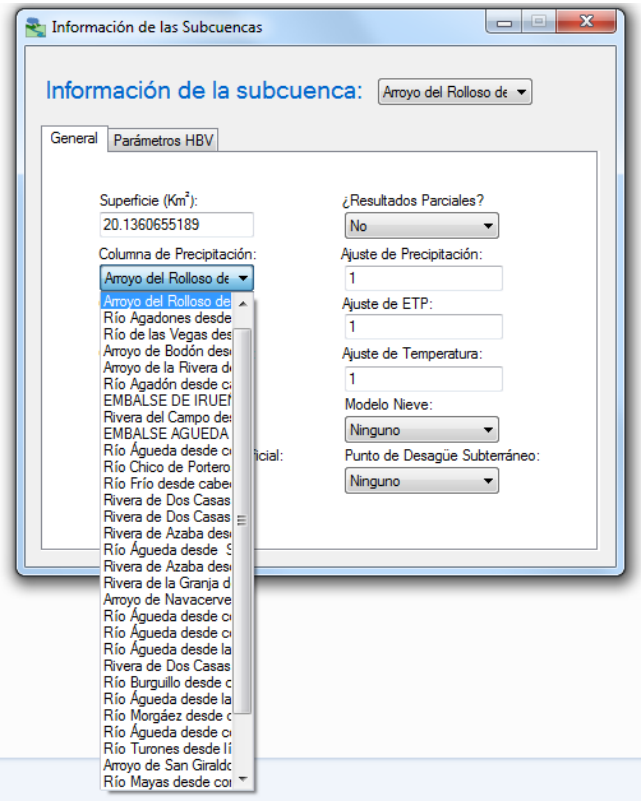


Figura 33. Ventana de información de subcuenca.

Podríamos seguir seleccionando una a una todas las subcuencas tanto en ETP como en Temperatura, pero para el resto de subcuencas lo que vamos a hacer es vincularlas con sus columnas correspondientes a partir de la base de datos de EvalHid. Para ello, en primer lugar abriremos el modelo desde Access. Vamos a la carpeta donde se encuentra el modelo, que para el ejemplo es "C:\Users\mapedmon\Documents\EvalHid" y hacemos clic con el botón derecho→ Abrir con → Access (si no está, "Elegir programa predeterminado…" y buscar el Access en su carpeta de instalación):

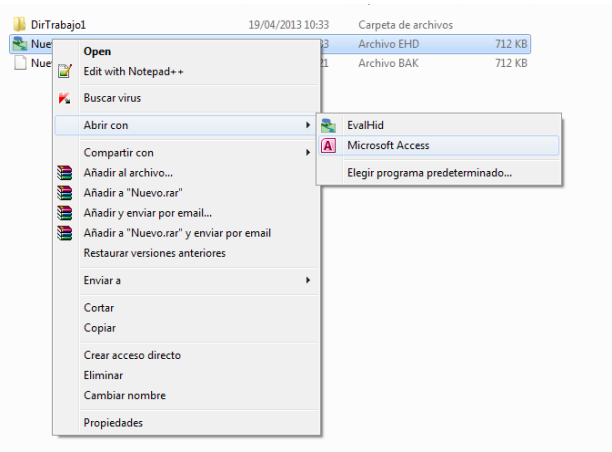
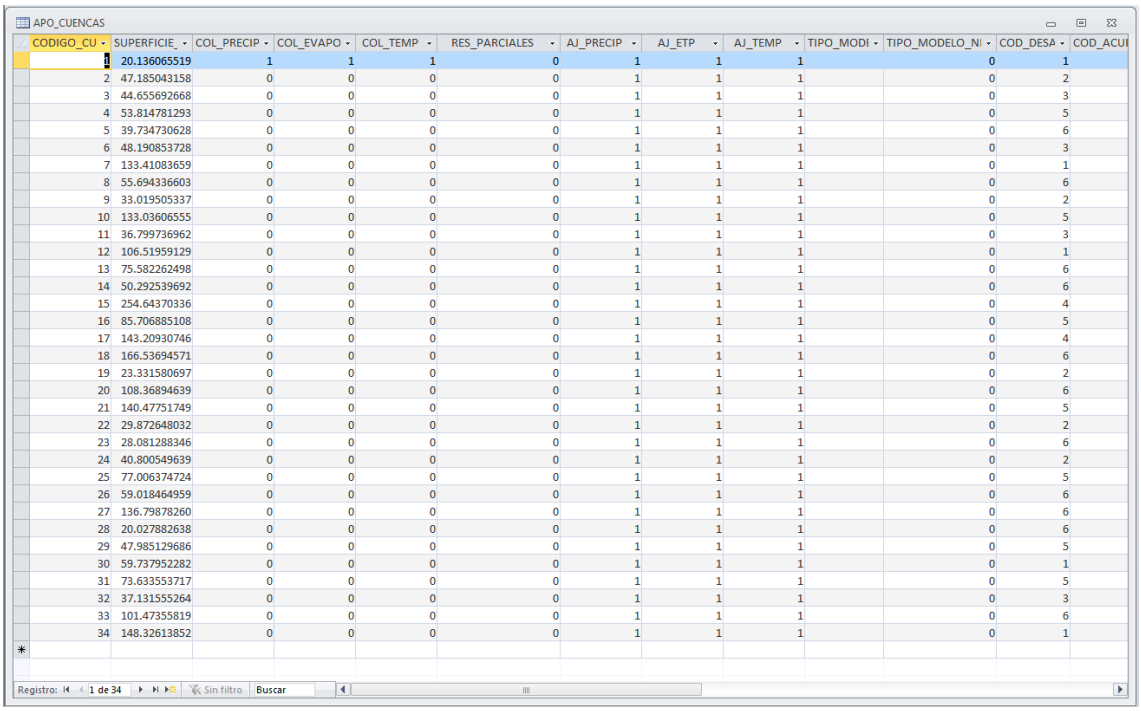


Figura 34. Abrir con Access el modelo EvalHid

Abrimos la tabla APO_CUENCAS y comprobaremos que únicamente la cuenca 1 tiene asociados las columnas de precipitación, ETP y temperatura.



APO_CUENCAS

CODIGO_CU	SUPERFICIE_	COL_PRECIP	COL_EVAPO	COL_TEMP	RES_PARCIALES	AJ_PRECIP	AJ_ETP	AJ_TEMP	TIPO_MODI	TIPO_MODELO_NI	COD_DESA	COD_ACUI
1	20.136065519	1	1	1	0	1	1	1		0	1	
2	47.185043158	0	0	0	0	1	1	1		0	2	
3	44.655692668	0	0	0	0	1	1	1		0	3	
4	53.814781293	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
5	39.734730628	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
6	48.190853728	0	0	0	0	1	1	1		0	3	
7	133.41083659	0	0	0	0	1	1	1		0	1	
8	55.694336603	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
9	33.019505337	0	0	0	0	1	1	1		0	2	
10	133.03606555	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
11	36.799736962	0	0	0	0	1	1	1		0	3	
12	106.51959129	0	0	0	0	1	1	1		0	1	
13	75.582262498	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
14	50.292539692	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
15	254.64370336	0	0	0	0	1	1	1		0	4	
16	85.706885108	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
17	143.20930746	0	0	0	0	1	1	1		0	4	
18	166.53694571	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
19	23.331580697	0	0	0	0	1	1	1		0	2	
20	108.36894639	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
21	140.47751749	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
22	29.872648032	0	0	0	0	1	1	1		0	2	
23	28.081288346	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
24	40.800549639	0	0	0	0	1	1	1		0	2	
25	77.006374724	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
26	59.018464959	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
27	136.79878260	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
28	20.027882638	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
29	47.985129686	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
30	59.737952282	0	0	0	0	1	1	1		0	1	
31	73.633553717	0	0	0	0	1	1	1		0	5	
32	37.131555264	0	0	0	0	1	1	1		0	3	
33	101.47355819	0	0	0	0	1	1	1		0	6	
34	148.32613852	0	0	0	0	1	1	1		0	1	

Registro: 1 de 34 | Sin filtro | Buscar

Figura 35. Tabla APO_CUENCA

Para rellenar el resto de la tabla basta con seleccionar la primera columna CODIGO_CU y pegar sobre la columna COL_PRECIP. Se abrirá un cuadro de diálogo para informarnos de que vamos a pegar 34 nuevos registros. Hacemos clic en **Sí** y repetimos la operación para COL_EVAPO y COL_TEMP. A continuación cerramos Access.

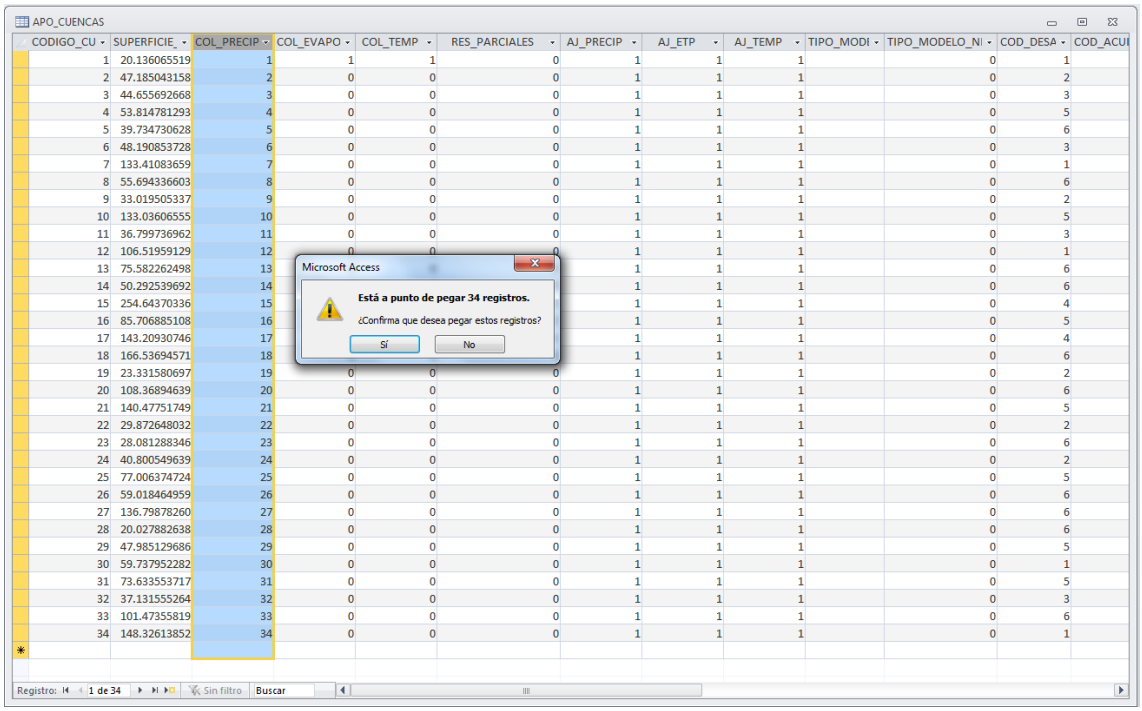


Figura 36. Tabla APO_CUENCA tras incluir la información de la columna de precipitación

Ahora ya podemos comprobar que esta información se encuentra incluida para una subcuenca cualquiera:

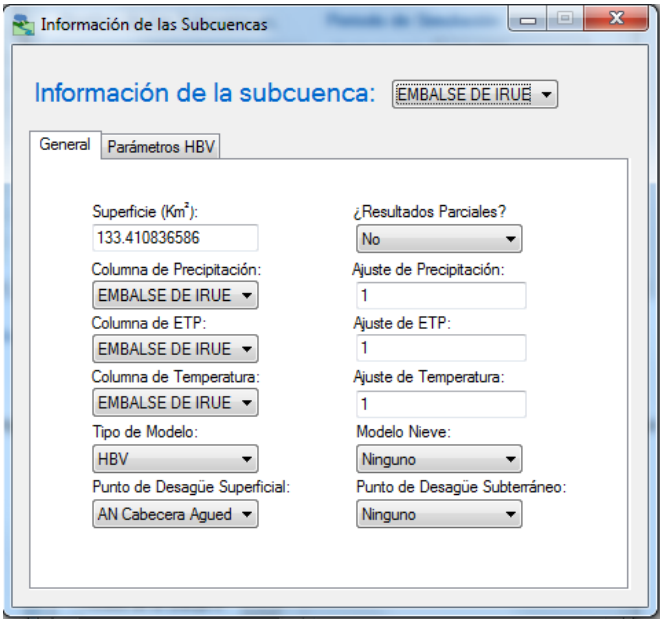


Figura 37. Información de la subcuenca

3.7. Selección del modelo de Precipitación-Escorrentía

El siguiente paso será asignar el tipo de modelo. Para cada subcuenca es posible escoger un modelo de los que se encuentran disponibles en el programa. También se puede escoger el modelo de nieve a utilizar. De esta forma la salida del modelo de nieve se utilizará como dato de entrada para el modelo de escorrentía.

Los modelos de Precipitación-Escorrentía disponibles son:

- Modelo Témez (Témez, 1977). Es un modelo de pocos parámetros con una larga trayectoria de aplicación en España para la evaluación de recursos hídricos. Su bajo número de parámetros lo hace especialmente adecuado en cuencas con un número reducido de datos.
- Modelo HBV (Bergström, 1995). De gran tradición en países nórdicos. Permite la modelación hidrológica con un número no muy elevado de parámetros por lo que es bastante versátil en muchas ocasiones.
- Modelo Sacramento (Burnash et al., 1973). También conocido como "SAC-SMA" es un modelo con un elevado número de parámetros, hasta 16, lo que permite modelar en gran detalle procesos hidrológicos cuando se tiene gran disponibilidad de datos.
- Modelo GR2M es un modelo desarrollado por la unidad de investigación en hidrología de Cemagref d'Antony. Únicamente trabaja con dos parámetros, útil cuando existe poca información de la cuenca.
- Modelo GR4J (Perrin et al., 2003) es un modelo hidrológico global con cuatro parámetros similar a los modelos conceptuales. En el estudio desarrollado por Perrin, el modelo GR4J ofrece mejores resultados que otros modelos lluvia-escorrentía.
- El modelo AWBM (Boughton and Carroll, 1993) consta de seis parámetros y es uno de los modelos de precipitación-escorrentía más utilizados en Australia.

Los modelos de nieve disponibles son:

- Nieve 1. Se corresponde con la formulación clásica del modelo de nieve planteado para el MPE HBV. Su interés radica en su sencillez debido a que sólo necesita un único parámetro.
- Nieve 2. Es un modelo un poco más complejo debido a que considera en la nieve el contenido de agua, considerando así dos variables de estado y un mayor número de parámetros.

La selección del tipo de modelo utilizado en cada subcuenca puede hacerse de forma manual igual que hemos hecho para la selección de las columnas de precipitación, ETP y temperatura en el subapartado anterior; o podemos hacer esta selección de forma masiva. Para ello, dentro de la ventana principal hacemos clic sobre botón **Modelos**.

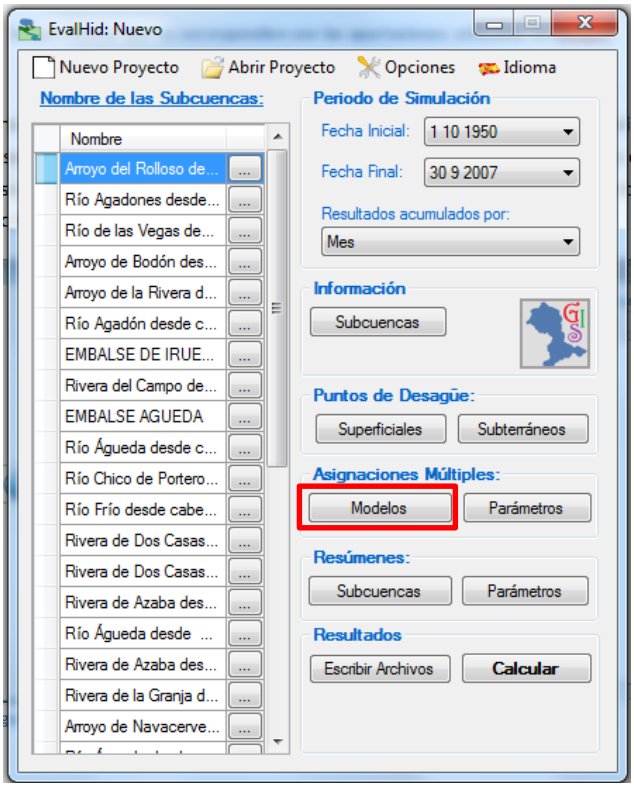


Figura 38. Ventana principal. Asignaciones Múltiples

Se abrirá la ventana como la que se muestra en la Figura 39 .Dentro del desplegable **Seleccionar Modelo** seleccionamos el modelo HBV. Para asignar este modelo a una o varias subcuencas basta con seleccionarla/s del listado de la izquierda (**Seleccionar Subcuencas sin modelo)** y pulsar sobre el botón en forma de flecha hacia la derecha ( ).En la figura de la derecha, veremos cómo se han seleccionado todas las subcuencas para asignárselas al modelo HBV.

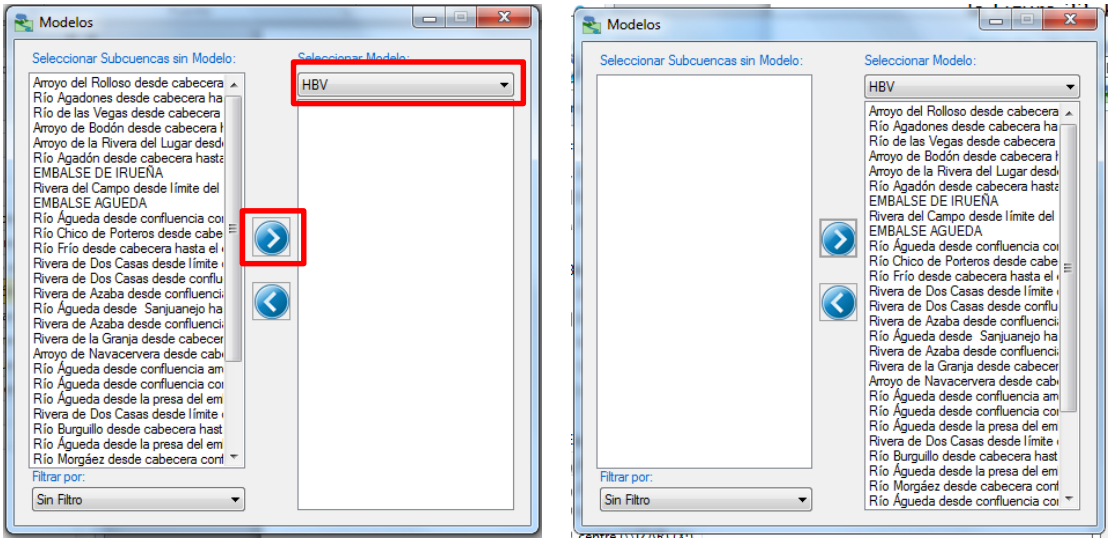


Figura 39. Asignación múltiple de los modelos

El siguiente paso será asignar el modelo de nieve a las subcuencas correspondientes. Desde la ventana GIS hacemos clic sobre el botón Propiedades ( ) y pulsamos sobre las subcuencas en cuestión. Se abrirá la ventana de información de subcuencas y dentro del desplegable **Modelo Nieve** seleccionamos **Nieve 1**.

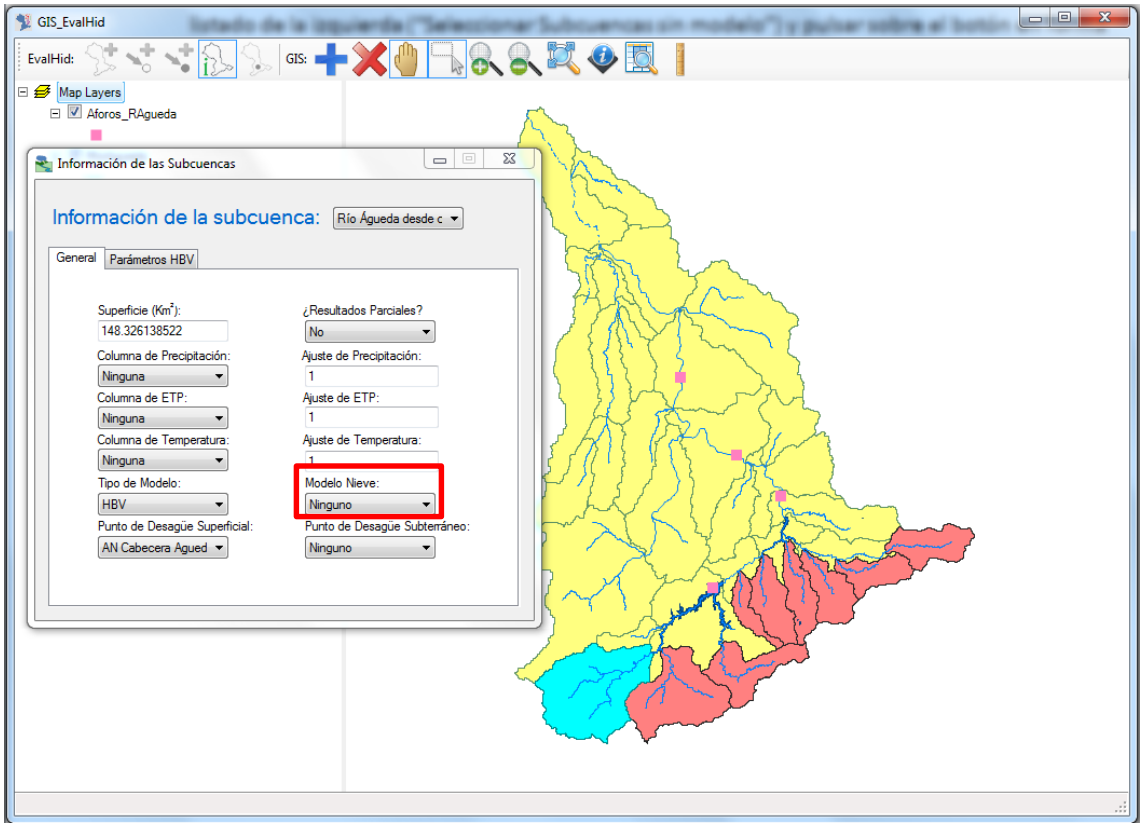


Figura 40. Ventana GIS. Selección de las subcuencas con modelo de nieve

A continuación repetimos el proceso para las 8 subcuencas restantes en las que se debe incluir el modelo de nieve.

3.8. Asignación de parámetros

Si abrimos una subcuenca, por ejemplo con nieve, veremos que tanto en la pestaña de parámetros del modelo de lluvia-escorrentía como en el modelo de nieve, se tienen valores nulos en todos sus campos. El siguiente paso será hacer una asignación múltiple de estos parámetros.

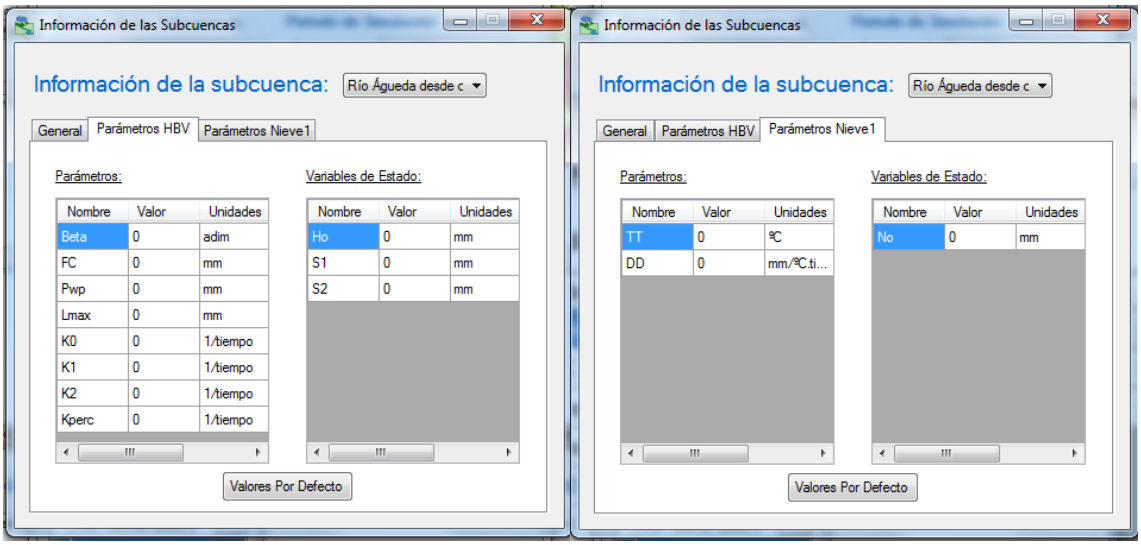


Figura 41: Ventana de "Información de Subcuencas", pestaña de parámetros.

Para ello, utilizaremos los parámetros indicados en el enunciado del ejercicio. En primer lugar haremos clic sobre el botón **Parámetros** ubicado en el apartado de Asignaciones Múltiples dentro de la ventana principal.

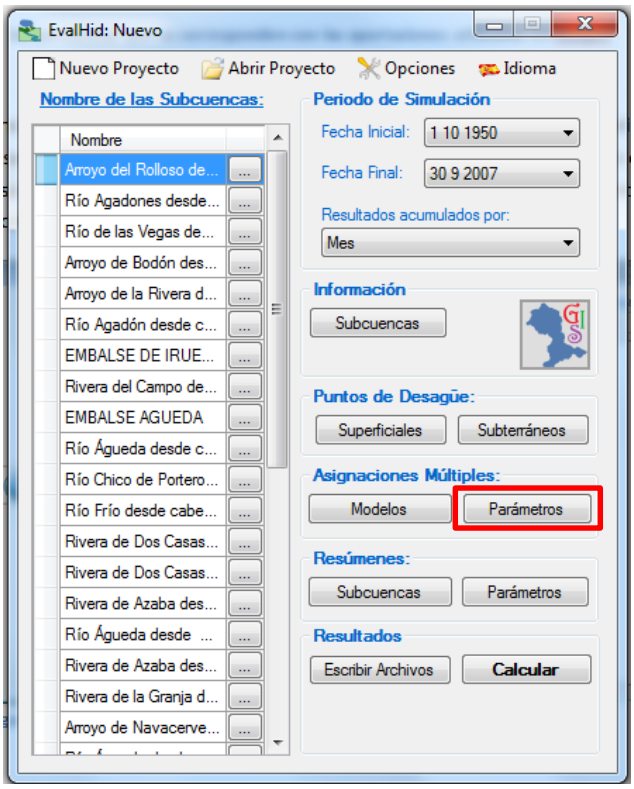


Figura 42. Ventana principal. Asignaciones Múltiples de Parámetros

El procedimiento consiste en seleccionar el tipo de modelo (en el mismo desplegable se encuentran, tanto los modelos lluvia-escorrentía, como los modelos de nieve), filtrar por el punto de desagüe, seleccionar las subcuencas a las que se quiere asignar esos parámetros, modificar los parámetros y pulsar sobre el botón **Asignar Parámetros** (Figura 43).

Por tanto, seleccionamos el modelo HBV y filtramos por la aportación AN Cabecera Agueda, de este modo los parámetros que se asignen serán los mismos para todas las subcuencas que conforman esa aportación. A continuación introducimos los valores de la Tabla 1, seleccionamos todas las subcuencas y pulsamos sobre **Asignar Parámetros**.

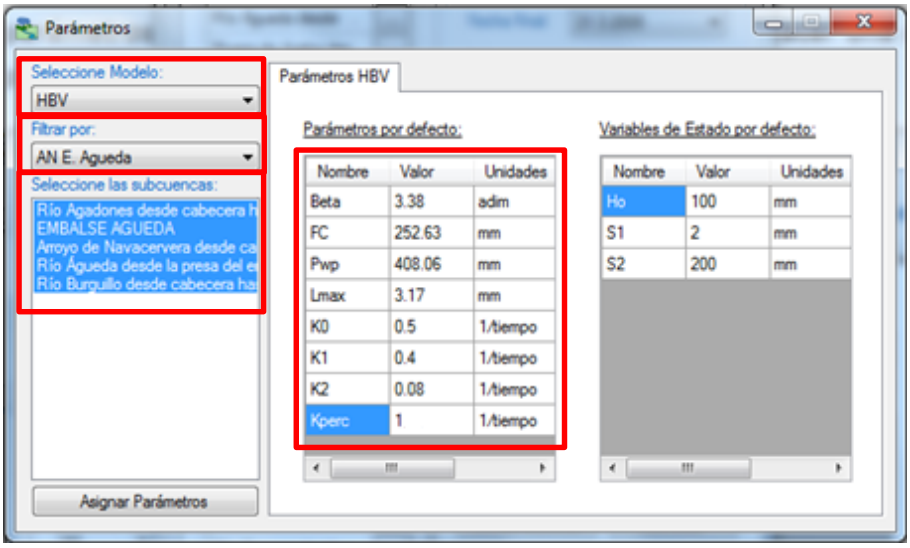


Figura 43. Asignar parámetros del modelo HBV para las subcuencas de la aportación AN E. Agueda

Repetimos la misma operación para las aportaciones AN E. Agueda y AN Agadon, puesto que, como hemos comentado en el enunciado del ejercicio, la calibración de los parámetros se ha obtenido de forma conjunta.

El procedimiento es idéntico para las aportaciones AN Azaba, AN Castillejo y AN Agueda Final. En este caso utilizaremos los valores de la Tabla 2 del enunciado.

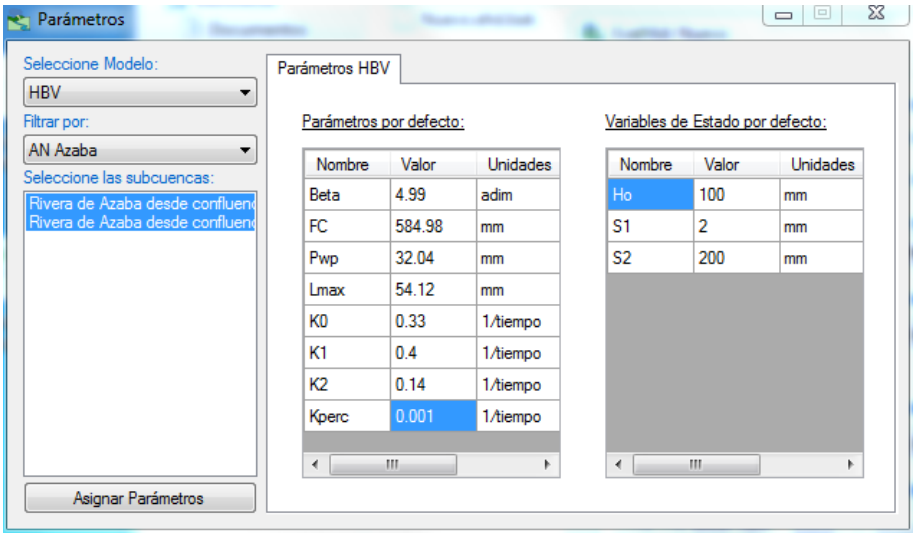


Figura 44. Asignar parámetros del modelo HBV para las subcuencas de la aportación AN Azaba

Por último, sólo nos queda añadir los parámetros del modelo Nieve 1, que los consultaremos en la Tabla 1.

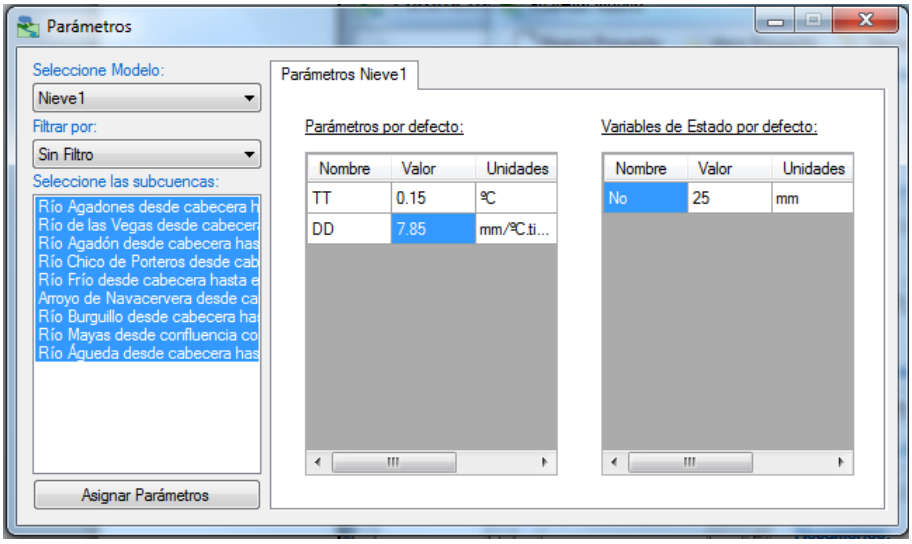


Figura 45. Asignar parámetros del modelo Nieve 1 en las subcuencas correspondientes

3.9. Resumen y comprobaciones

Con esto, ya tenemos introducida toda la información necesaria para la resolución del ejercicio. Con el fin de facilitar al usuario la consulta de la información introducida en EvalHid y de cara a la comprobación de los datos definidos tanto para las subcuencas, como para los distintos parámetros de los modelos, se han desarrollado dos ventanas que se detallan a continuación.

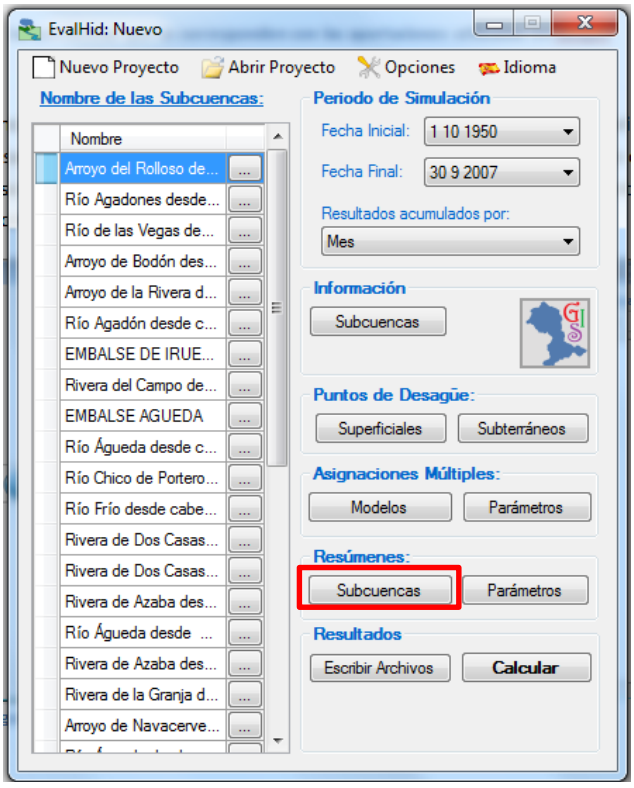
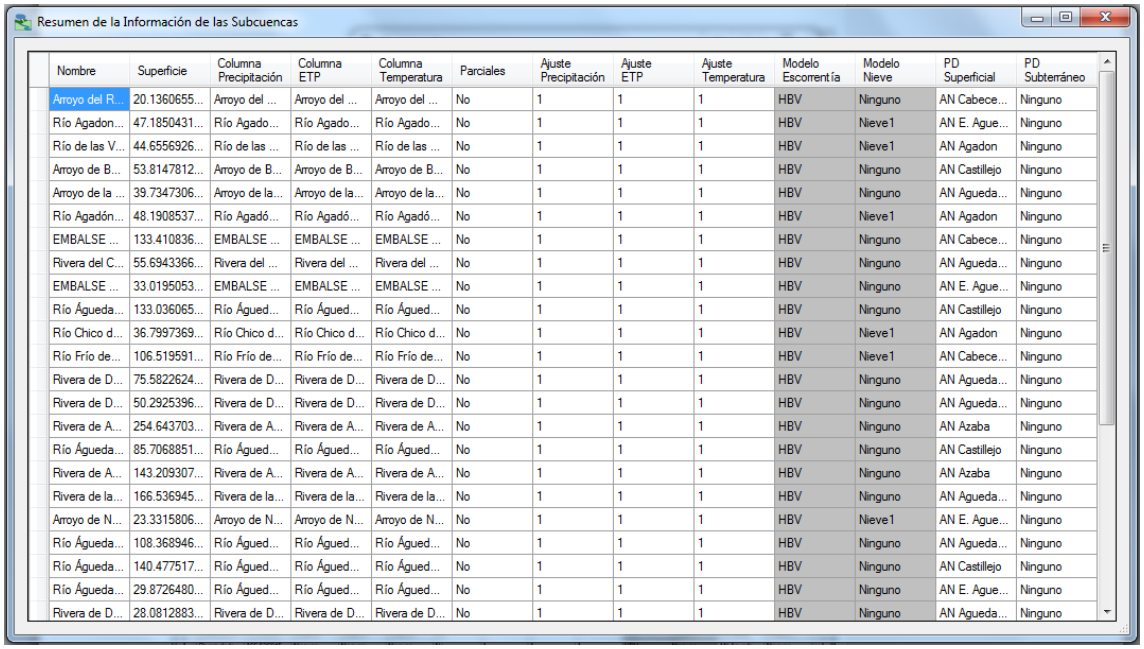


Figura 46. Ventana principal. Resumen de Subcuencas

Al hacer clic sobre **Subcuencas** dentro del apartado **Resúmenes** de la ventana principal, se abrirá una ventana que muestra una fila por cada subcuenca que se ha creado y un conjunto de columnas que indican los modelos elegido, los puntos de desagüe, las columnas correspondientes a los archivos de precipitación, ETP y temperatura, etc.



Nombre	Superficie	Columna Precipitación	Columna ETP	Columna Temperatura	Parciales	Ajuste Precipitación	Ajuste ETP	Ajuste Temperatura	Modelo Escorrentía	Modelo Nieve	PD Superficial	PD Subterráneo
Arroyo del R...	20.1360655...	Arroyo del ...	Arroyo del ...	Arroyo del ...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Cabece...	Ninguno
Río Agadon...	47.1850431...	Río Agado...	Río Agado...	Río Agado...	No	1	1	1	HBV	Nieve1	AN E. Ague...	Ninguno
Río de las V...	44.6556926...	Río de las ...	Río de las ...	Río de las ...	No	1	1	1	HBV	Nieve1	AN Agadon	Ninguno
Arroyo de B...	53.8147812...	Arroyo de B...	Arroyo de B...	Arroyo de B...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Castillejo	Ninguno
Arroyo de la ...	39.7347306...	Arroyo de la...	Arroyo de la...	Arroyo de la...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno
Río Agadón...	48.1908537...	Río Agadó...	Río Agadó...	Río Agadó...	No	1	1	1	HBV	Nieve1	AN Agadon	Ninguno
EMBALSE ...	133.410836...	EMBALSE ...	EMBALSE ...	EMBALSE ...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Cabece...	Ninguno
Rivera del C...	55.6943366...	Rivera del ...	Rivera del ...	Rivera del ...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno
EMBALSE ...	33.0195053...	EMBALSE ...	EMBALSE ...	EMBALSE ...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN E. Ague...	Ninguno
Río Águeda...	133.036065...	Río Águed...	Río Águed...	Río Águed...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Castillejo	Ninguno
Río Chico d...	36.7997369...	Río Chico d...	Río Chico d...	Río Chico d...	No	1	1	1	HBV	Nieve1	AN Agadon	Ninguno
Río Frío de...	106.519591...	Río Frío de...	Río Frío de...	Río Frío de...	No	1	1	1	HBV	Nieve1	AN Cabece...	Ninguno
Rivera de D...	75.5822624...	Rivera de D...	Rivera de D...	Rivera de D...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno
Rivera de D...	50.2925396...	Rivera de D...	Rivera de D...	Rivera de D...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno
Rivera de A...	254.643703...	Rivera de A...	Rivera de A...	Rivera de A...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Azaba	Ninguno
Río Águeda...	85.7068851...	Río Águed...	Río Águed...	Río Águed...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Castillejo	Ninguno
Rivera de A...	143.209307...	Rivera de A...	Rivera de A...	Rivera de A...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Azaba	Ninguno
Rivera de la...	166.536945...	Rivera de la...	Rivera de la...	Rivera de la...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno
Arroyo de N...	23.3315806...	Arroyo de N...	Arroyo de N...	Arroyo de N...	No	1	1	1	HBV	Nieve1	AN E. Ague...	Ninguno
Río Águeda...	108.368946...	Río Águed...	Río Águed...	Río Águed...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno
Río Águeda...	140.477517...	Río Águed...	Río Águed...	Río Águed...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Castillejo	Ninguno
Río Águeda...	29.8726480...	Río Águed...	Río Águed...	Río Águed...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN E. Ague...	Ninguno
Rivera de D...	28.0812883...	Rivera de D...	Rivera de D...	Rivera de D...	No	1	1	1	HBV	Ninguno	AN Agueda...	Ninguno

Figura 47. Ventana resumen con la información de las subcuencas

Salvo las columnas que aparecen con un fondo gris, el resto se pueden editar, pudiendo así modificar algún dato que se hubiese obviado u olvidado. Al cerrar la ventana, pregunta si se desean guardar o no dichos cambios. Si no hemos hecho ningún cambio pulsaremos **No**.

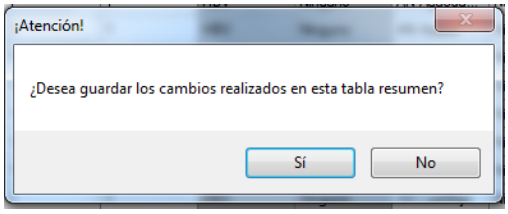


Figura 48. Cuadro de diálogo para guardar los cambios realizados en el apartado Resumen

El segundo resumen de resultados se centra en los parámetros de los distintos modelos, tanto de escorrentía como de nieve y para acceder a él basta con hacer clic sobre **Parámetros** dentro del apartado **Resúmenes** de la ventana principal.

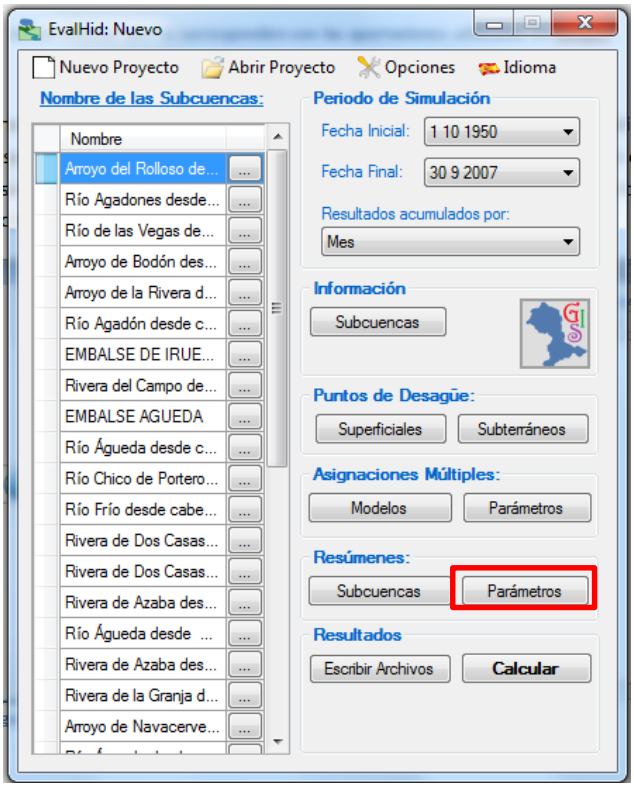


Figura 49. Ventana principal. Resumen de Parámetros

Se debe seleccionar en el desplegable el tipo de modelo del que se quieren consultar los parámetros (HBV ó Nieve 1).

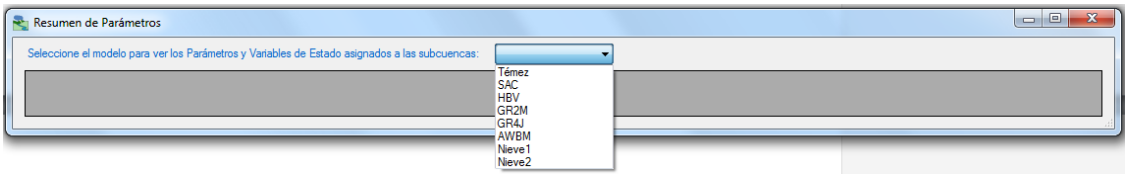


Figura 50. Selección del tipo de modelo en el resumen de parámetros

De esta forma, aparecerá una lista de las subcuencas que tienen asignado dicho modelo y los parámetros de éstas.

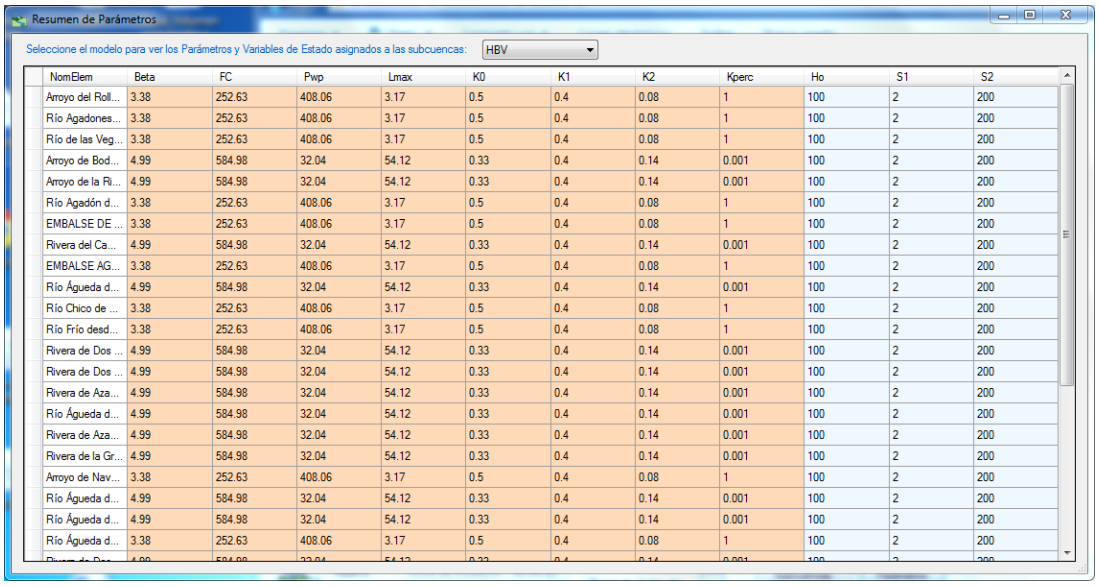
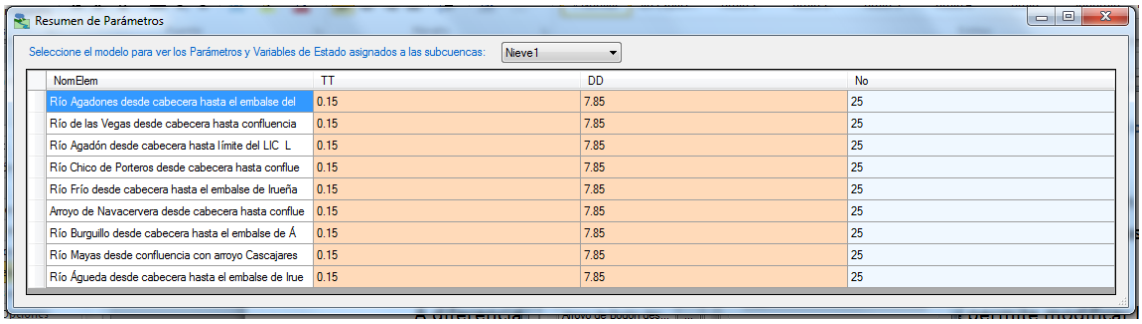


Figura 51: Ventana resumen con la información de los parámetros del modelo HBV.



NomElem	TT	DD	No
Río Agadones desde cabecera hasta el embalse del	0.15	7.85	25
Río de las Vegas desde cabecera hasta confluencia	0.15	7.85	25
Río Agadón desde cabecera hasta límite del LIC L	0.15	7.85	25
Río Chico de Porteros desde cabecera hasta conflue	0.15	7.85	25
Río Frío desde cabecera hasta el embalse de Irueña	0.15	7.85	25
Arroyo de Navacervera desde cabecera hasta conflue	0.15	7.85	25
Río Burguillo desde cabecera hasta el embalse de Á	0.15	7.85	25
Río Mayas desde confluencia con arroyo Cascajares	0.15	7.85	25
Río Águeda desde cabecera hasta el embalse de Irue	0.15	7.85	25

Figura 52. Ventana resumen con la información de los parámetros del modelo Nieve 1

A diferencia de la anterior ventana de resumen, en esta no se permite modificar los valores. Si se desea realizar esta acción se puede hacer desde la asignación múltiple de parámetros (Figura 43) o desde la información de cada subcuenca (Figura 32).

3.10. Cálculo y visualización de resultados

Para finalizar el desarrollo del modelo hidrológico sólo nos queda pendiente lanzar el modelo y visualizar los resultados.

Hay que destacar queEvalHid nos permite obtener las series de aportaciones desde el mes de enero de 1950 y hasta el mes de marzo de 2008, ya que los datos de entrada que hemos utilizado (precipitación, ETP y temperatura) abarcan este periodo. Los datos de aportaciones que vamos a obtener los utilizaremos en el modelo de simulación Simges del río Águeda y, por tanto, tendremos que trabajar con años hidrológicos. Por esta razón, llegados a este punto vamos a cambiar la fecha inicial y final del periodo de simulación (el tipo de acumulación para las series de aportaciones seguirá siendo mensual):

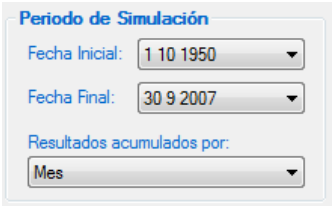


Figura 53: Introducción de fechas para EvalHid.

Una vez introducida toda la información es posible calcular los modelos elegidos. Previamente a este paso, se da la posibilidad de escribir los archivos de datos necesarios mediante el botón **Escribir Archivos** por si fuese necesaria una edición avanzada de dichos archivos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que si se pulsa sobre el botón **Calcular** se crearán los archivos de datos (sustituyendo los existentes), se calcularán los modelos y se generarán los resultados correspondientes.

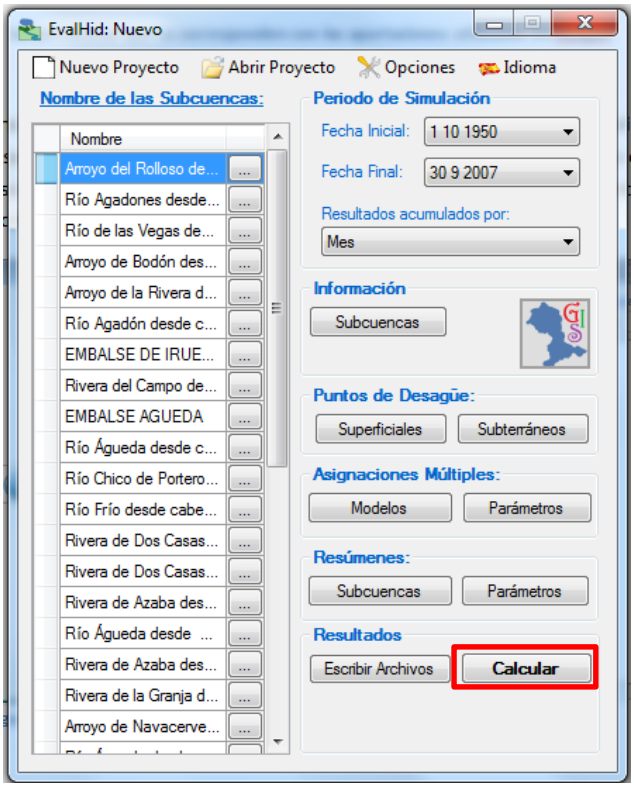


Figura 54. Ventana principal. Calcular resultados

A continuación pulsamos sobre **Calcular**.Tras calcular los modelos de las distintas subcuencas, y en el caso de que no haya errores, aparecerá un desplegable con varios elementos en función de los resultados que se hayan calculado.

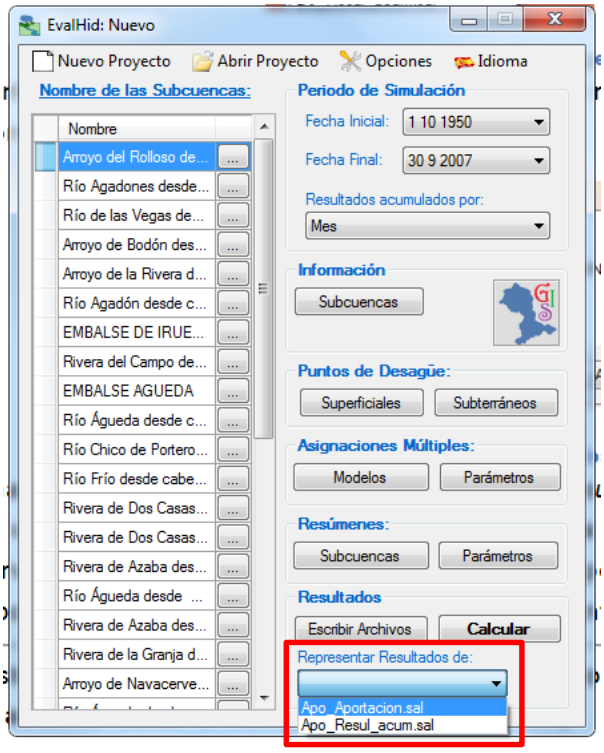


Figura 55. Ventana principal. Elección del tipo de resultados a representar

El programa nos permite elegir entre dos tipos de resultados:

- Apo_Aportaciones.sal. En este archivo se escriben los resultados de aportaciones para los puntos de desagüe superficial definidos en el modelo. La acumulación temporal así como qué cuencas drenan a cada punto de desagüe es el definido en el modelo. Las unidades de aportación son las mismas que la de caudales.
- Apo_Resul_acum.sal. Este archivo contiene información para todas las cuencas que se simulan. Como resultados se escriben las variables acumuladas en tiempo de: aportación, escorrentía superficial, escorrentía subterránea, evapotranspiración real e infiltración. Todos los resultados de este archivo se encuentran en milímetros (mm). El periodo de acumulación es el definido en el modelo.

Elegimos el archivo **Apo_Aportación.sal** y se abrirá un cuadro de diálogo para preguntarnos si disponemos de un archivo de Observados, como no lo tenemos hacemos clic en **No**.

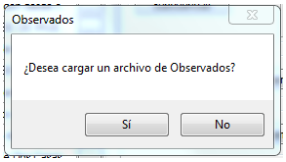


Figura 56. Cuadro de diálogo para introducir un archivo de datos observados

Antes de elegir los resultados que queremos visualizar se abrirá automáticamente un cuadro de diálogo que nos permite elegir el formato de presentación de los resultados. Como trabajamos con valores mensuales elegiremos dentro del menú desplegable la opción **Mes/Año** y hacemos clic en **Aceptar**.

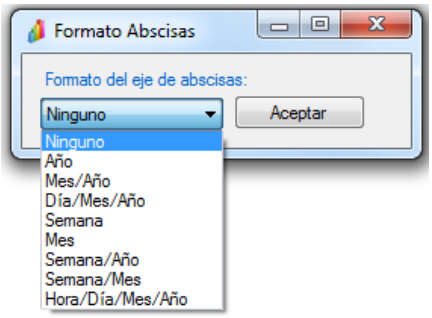


Figura 57: Desplegable con los resultados generados.

La siguiente imagen muestra la ventana gráfica del programa eGraf que, aunque está en desarrollo, en su versión actual permite llevar a cabo distintas tareas, desde representar un conjunto de resultados, editar el estilo visual de éstos, hasta guardar imágenes de los gráficos o copiar los valores numéricos (para más información consultar el manual de eGraf disponible).

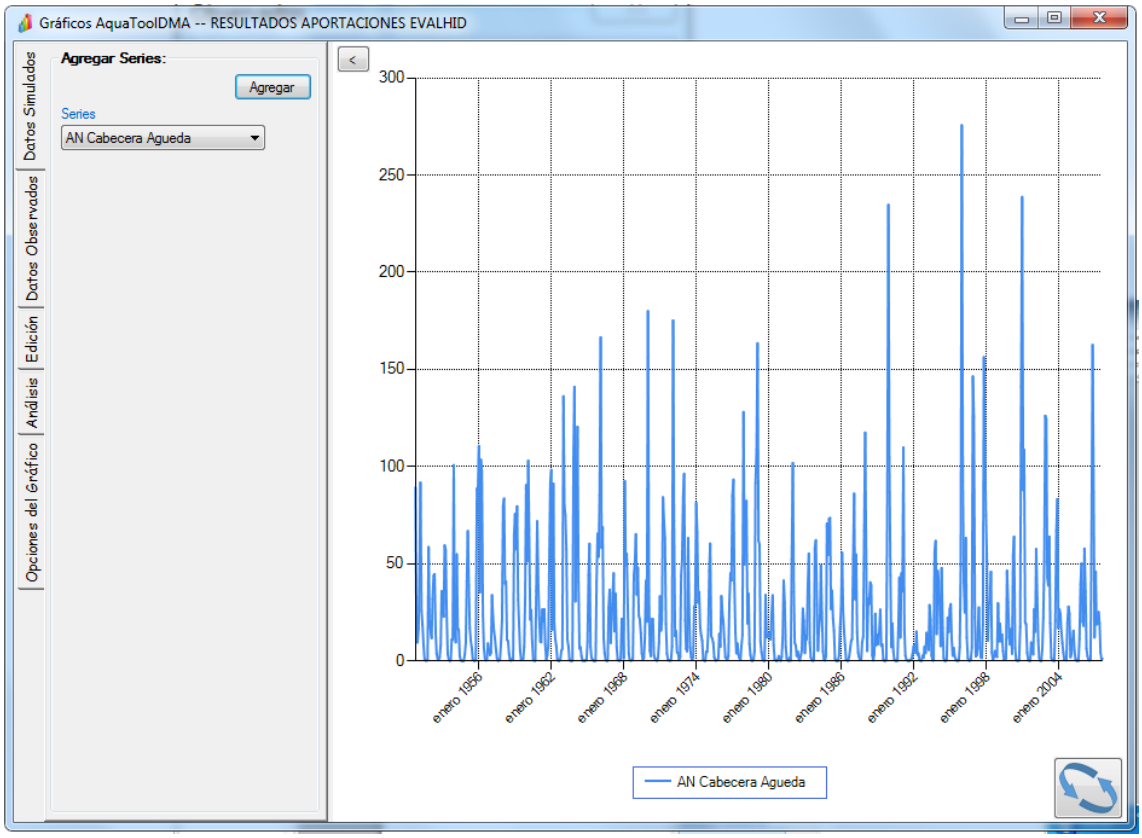


Figura 58. Visualización de resultados con eGraf

4. Modelo Simges

El objetivo de este punto es comparar los caudales obtenidos con EvalHid con los registrados en las estaciones de aforo. Con este motivo, el principal cambio que vamos a realizar es la sustitución del archivo de aportaciones de Simges. Para ello, dentro de la ventana principal haremos clic en **Opciones**.

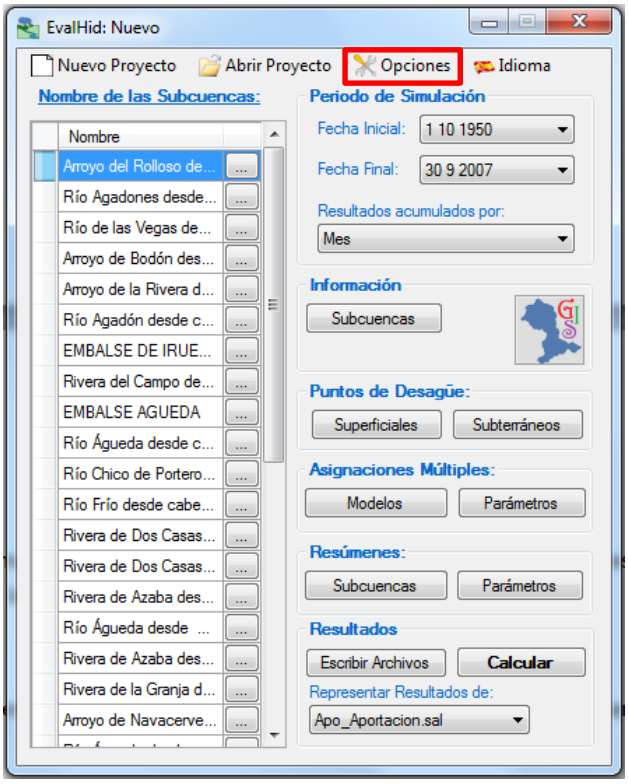


Figura 59. Ventana principal. Opciones

Dentro de la nueva ventana en el menú desplegable de **Sustitución de Series** seleccionamos **Archivo de Aportaciones**.

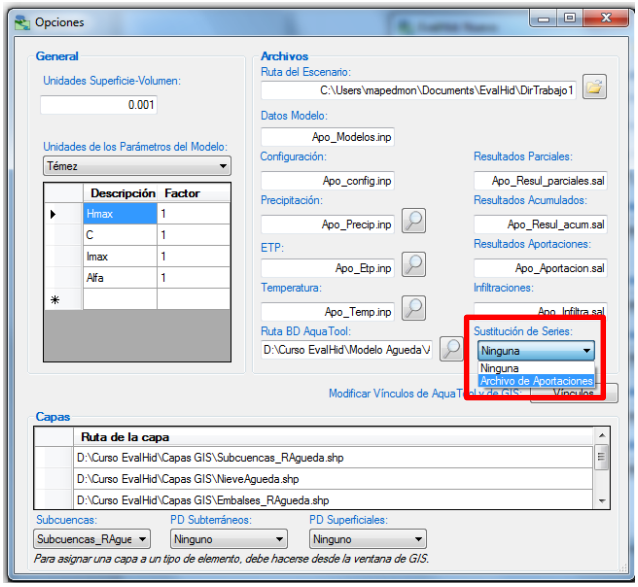


Figura 60. Sustitución de series en el archivo de aportaciones de Simges

Volvemos a la ventana principal y pulsamos el botón **Calcular**. De este modo en la carpeta de escenario del modelo Simges se habrá creado un nuevo archivo de aportaciones que sustituirá el archivo anterior. Al entrar en la carpeta de escenario de Simges veremos que el archivo "Simges.apo" tiene la fecha del día de hoy.

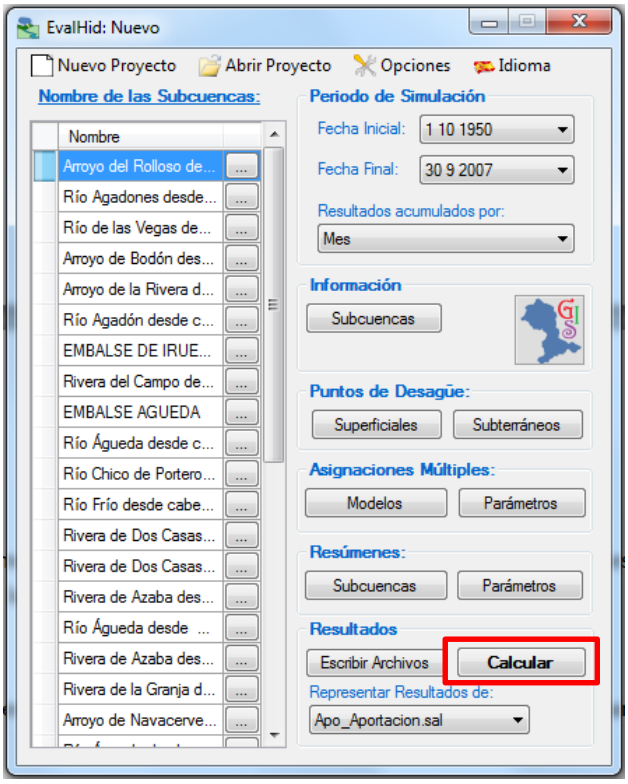


Figura 61. Ventana principal. Calcular resultados

Por último, vamos a abrir el modelo Simges, lanzar una simulación con el nuevo archivo de aportaciones y comprobaremos los caudales circulantes por las conducciones del modelo con los caudales observados en dos estaciones de aforo.

En la barra de herramientas de Simges hacemos clic en Modelos→Simges→Ejecutar Simges.

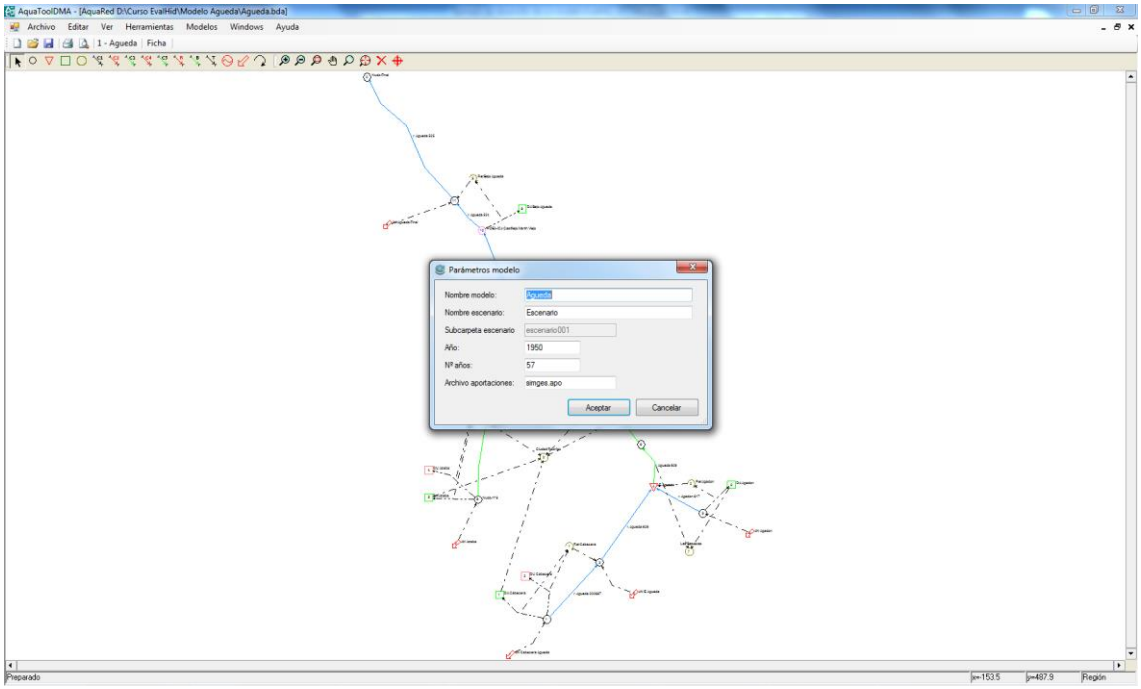


Figura 62. Ejecución del modelo Simges

Dentro de la carpeta “Datos Disponibles” se encuentra el archivo “Observados” que vamos a utilizar para comparar los caudales obtenidos con EvalHid con los registrados en las estaciones

de aforo.Como se trata de un caso muy sencillo, haremos la extracción de resultados desde el visor de gráficos (ponemos el cursor encima del gráfico y hacemos clic con el botón derecho Edición→Copiar).

En primer lugar comparamos las entradas al embalse de Águeda (ver Figura 63 y Figura 64):

Figura 63. Visor de gráficos. Entradas al embalse de Águeda

Abrimos el archivo "Observados" con Excel y pegamos los resultados en la pestaña Simges, directamente se generarán las siguientes gráficas:

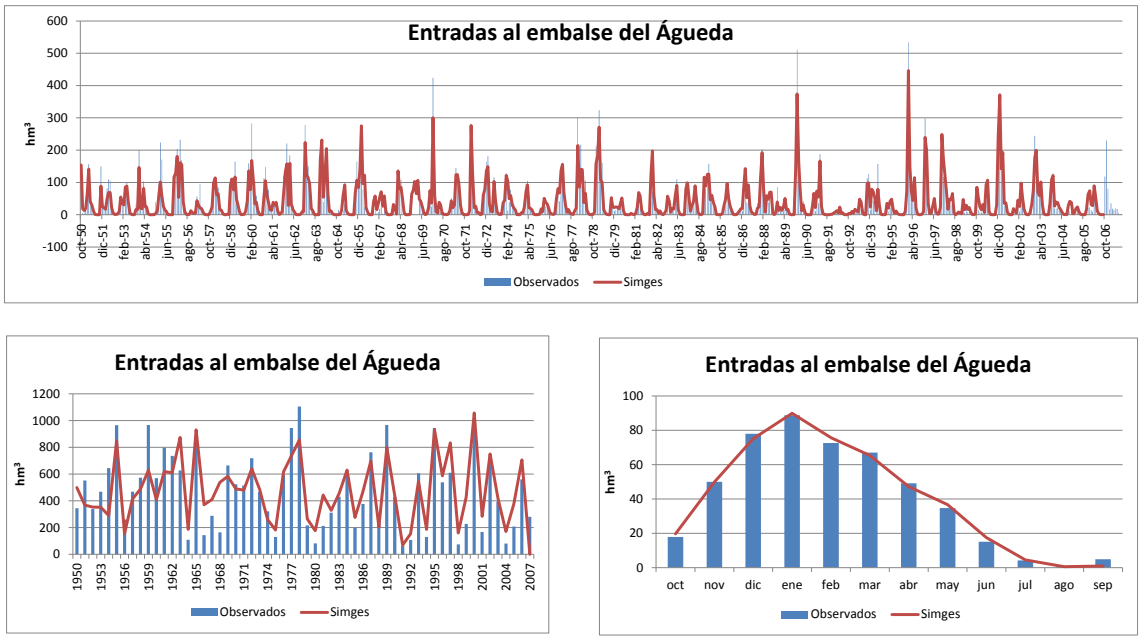


Figura 64. Comparación de los caudales observados y simulados con las aportaciones obtenidas en EvalHid para las entradas al embalse de Águeda

Comprobamos que la curva de los caudales de Simges se ajusta correctamente a los datos de entrada observados en el embalse. Con esto lo que estamos haciendo es comprobar que las nuevas aportaciones que hemos introducido en el modelo de simulación permiten representar adecuadamente los caudales circulantes en el río Águeda.

En segundo lugar comparamos los caudales circulantes en la ROEA Castillejo Martín Viejo, que se corresponde con la conducción r. Agueda 523 (ver Figura 65 y Figura 66). En este caso el resultado obtenido también se ajusta adecuadamente para el periodo considerado.

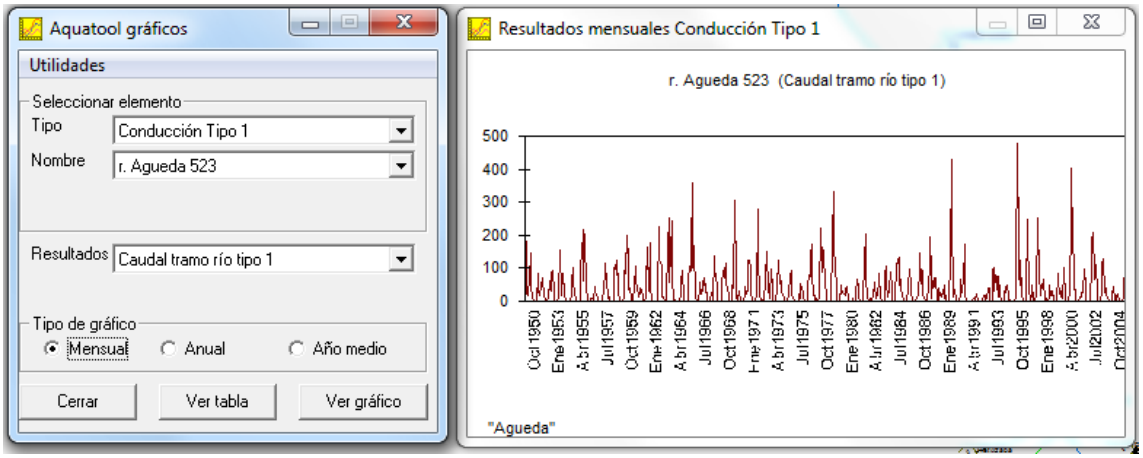


Figura 65. Visor de gráficos. Caudales circulantes por la ROEA 2091

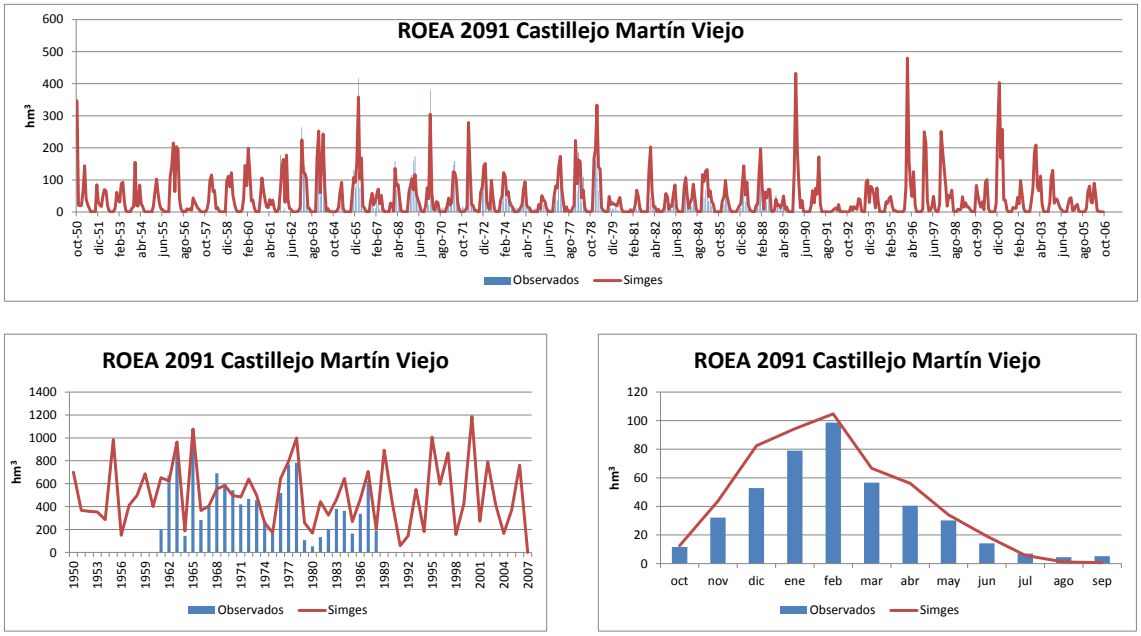


Figura 66. Comparación de los caudales observados y simulados con las aportaciones obtenidas en EvalHid para el caudal circulante en ROEA 2091

Si nos fijamos estamos comparando los resultados del modelo de simulación con los caudales históricos que se han registrado en una estación de aforos. Este planteamiento no es del todo correcto, ya que en los datos de aforo quedan reflejados no sólo la evolución histórica de las demandas del sistema o la construcción de nuevas infraestructuras en el régimen de caudales, sino también la gestión realizada en la cuenca.

Para salvar, al menos, uno de estos inconvenientes Simges permite utilizar datos reales de demandas históricas, diferentes por tanto según cada uno de los 12 meses de los 57 años de la simulación. En el siguiente apartado se explica con más detalles un ejemplo de aplicación.

5. Aplicación con demandas variables

En aquellos sistemas en los que se conocen los datos históricos de suministros a las demandas es posible considerar estas demandas históricas reales con los modelos Simges. Basta con utilizar

datos de demandas variables en lugar de considerar fijos los 12 valores de las demandas mensuales durante todo el periodo de simulación.

Para facilitar esta posibilidad se ha creado la herramienta DeVa (Demandas Variables). Para utilizarla basta con importarla como herramienta externa a AquaTool. Para ello, entramos en "Herramientas" dentro del menú principal de AquaTool y hacemos clic sobre "Añadir" (ver Figura 67 y Figura 68):

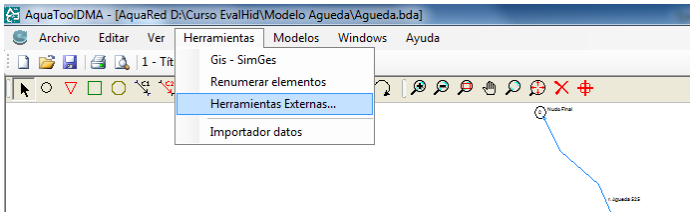


Figura 67. Importar herramientas externas

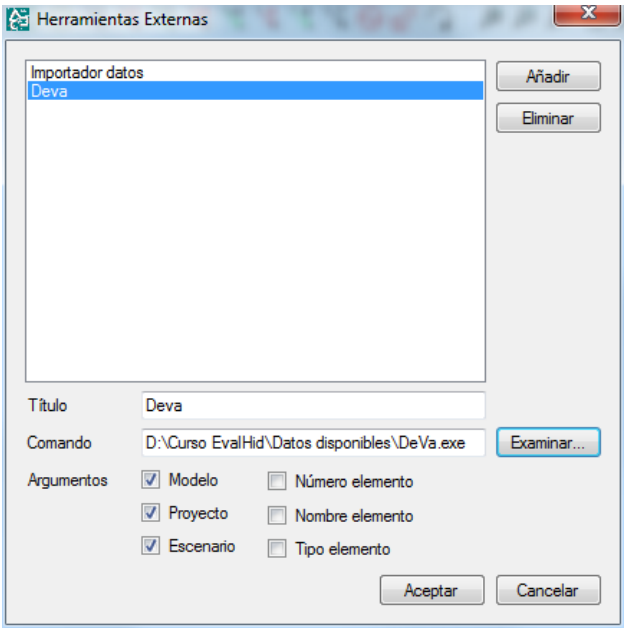


Figura 68. Importar herramientas externas de DeVa

Ponemos como "Título" Deva y dentro de "Comando" ponemos la ruta de la carpeta "Datos Disponibles\DemandasVariables" donde se encuentra el ejecutable. Como "Argumentos" basta con marcar:

- Modelo
- Proyecto
- Escenario

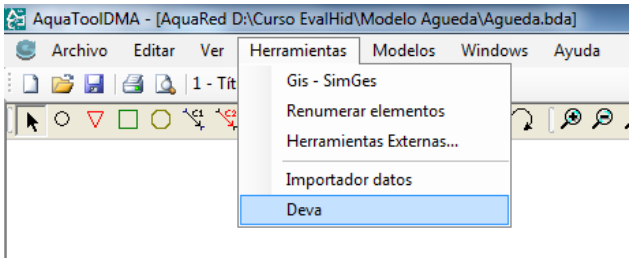


Figura 69. Acceso a Deva desde Simges

Una vez incorporada al principal basta con hacer clic en "Herramientas" y seleccionar "Deva". Como ejemplo vamos a considerar una única demanda variable que será la demanda agrícola "DA Agueda", para ello, la seleccionamos dentro del desplegable, como muestra la siguiente figura:

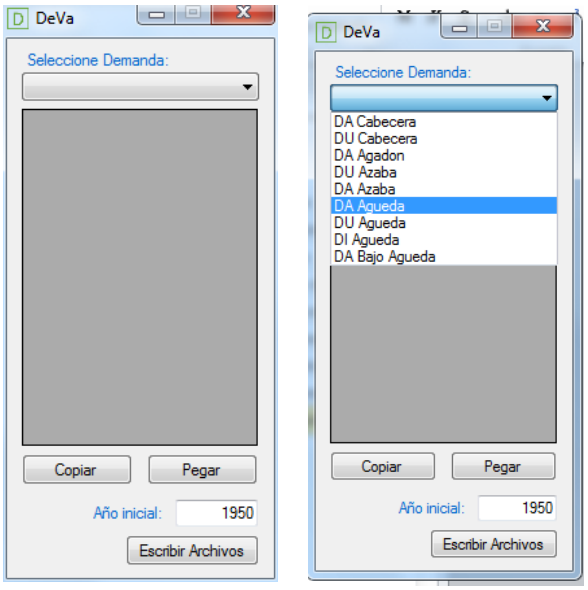


Figura 70. Ventana de Deva. Selección de la demanda variable

Dentro de la carpeta "Datos Disponibles" se ha añadido también una hoja de cálculo con los valores históricos de dicha demanda. Se seleccionan los datos en la hoja de cálculo, se copian y se hace clic sobre el botón "Pegar" dentro de la ventana de DeVa. El siguiente paso será pulsar sobre "Escribir Archivos" y cerrar la ventana.

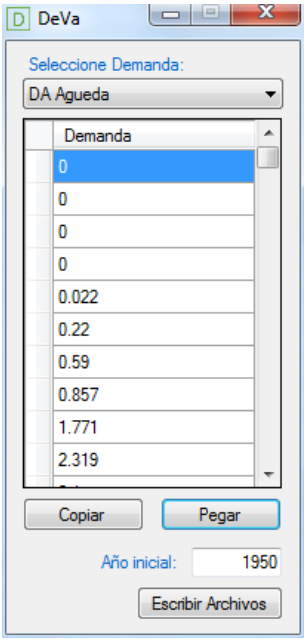


Figura 71. Ventana de DeVa. Escribir archivos

Si entramos dentro de la carpeta del escenario comprobaremos que se han creado dos archivos:

- DemandaVar.dat
- Simges.avz

La única precaución que debemos tener presente es que es necesario cambiar la capacidad de la toma por si la demanda variable superase los valores definidos originalmente en el modelo:

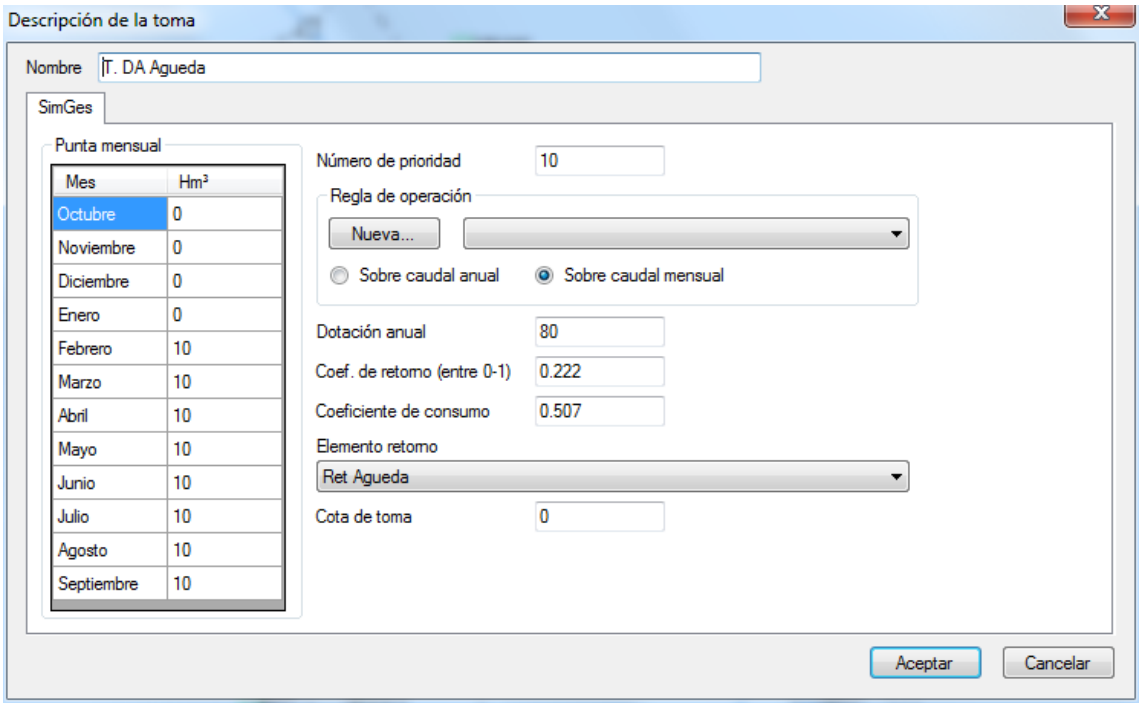


Figura 72. Capacidad de la toma para la inclusión de demandas variables

La siguiente figura muestra los gráficos del visor de resultados que representa por una parte la demanda histórica considerada y de otro lado, del déficit de suministro a dicha demanda:

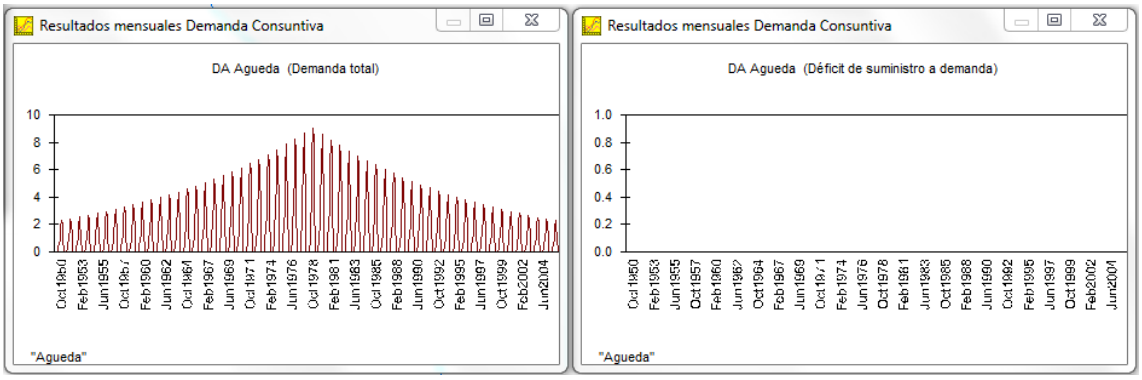


Figura 73. Extracción de resultados con demandas variables

6. Análisis de la componente subterránea

En este apartado se pretende mostrar otro aspecto de EvalHid, el cual nos permite analizar la componente subterránea de las aportaciones obtenidas a partir de sus modelos precipitación-escorrentía con AquaTool. El objetivo es introducir las infiltraciones por recarga de lluvia de algunas subcuencas como aportaciones al acuífero "Las Batuecas" de nuestro modelo de AquaTool. De esta manera, en lugar de incorporar de manera conjunta la escorrentía superficial y subterránea mediante el cálculo de aportaciones utilizando Evalhid, separaremos ambas componentes en distintas aportaciones del modelo de AquaTool.

Para ello, vamos a volver a la situación anterior al análisis de las demandas variables eliminando los archivos "DemandaVar.dat" y "Simges.avz" que se encuentran en la carpeta del escenario del Modelo Agueda ("escenario001"). Además, vamos a añadir nuevos elementos al modelo de AquaTool.

6.1. Modificación del modelo de AquaTool

En la siguiente figura se muestran los distintos elementos que se van a introducir en el modelo de AquaTool:

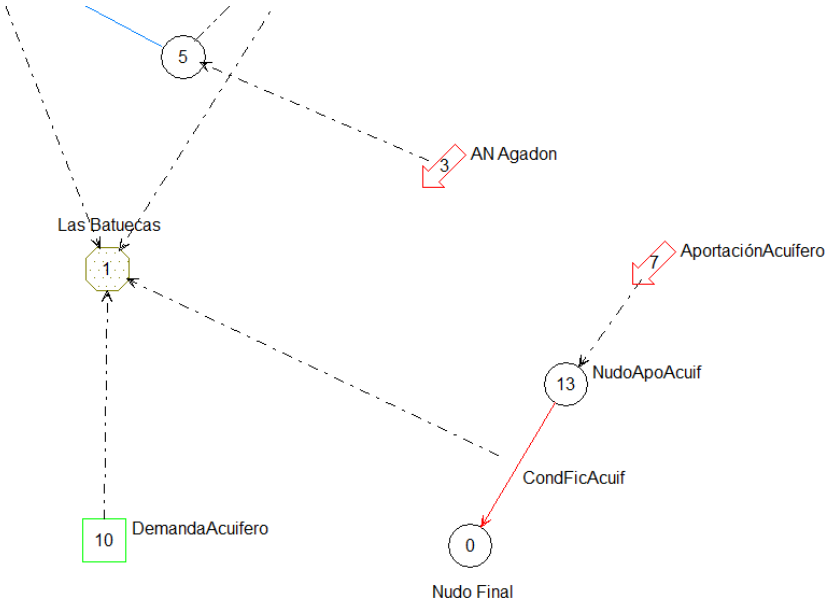


Figura 74: Nuevos elementos en el esquema de AquaTool.

- Una aportación (AportaciónAcuífero) que corresponde con las infiltraciones calculadas con EvalHid.
- Dos nudos (NudoApoAcuif y Nudo Final) que permitirán introducir una conducción.
- Una conducción de tipo 2 (CondFicAcuif) que permite infiltrar todo el caudal que por ella pase al acuífero.
- Una demanda (DemandaAcuifero) que tomará agua del acuífero mediante un bombeo.

En primer lugar se introducen los dos nuevos nudos. A uno de ellos le ponemos el nombre que queramos, por ejemplo (NudoApoAcuif). El otro, lo seleccionamos y vamos al menú Editar→Nudo Final→ Asignar Nudo Final.

El siguiente paso es añadir la conducción de tipo 2 ( ) con nudo de inicio el "NudoApoAcuif" y nudo final el "Nudo Final". Le cambiamos el nombre y en el apartado de Infiltraciones tenemos que seleccionar el acuífero "Las Batuecas", como Acción elemental la "Recarga neta" y los coeficientes de la ley de infiltración ($F=A+B.Q^C$) los siguientes: A=0, B=1 y C=1.

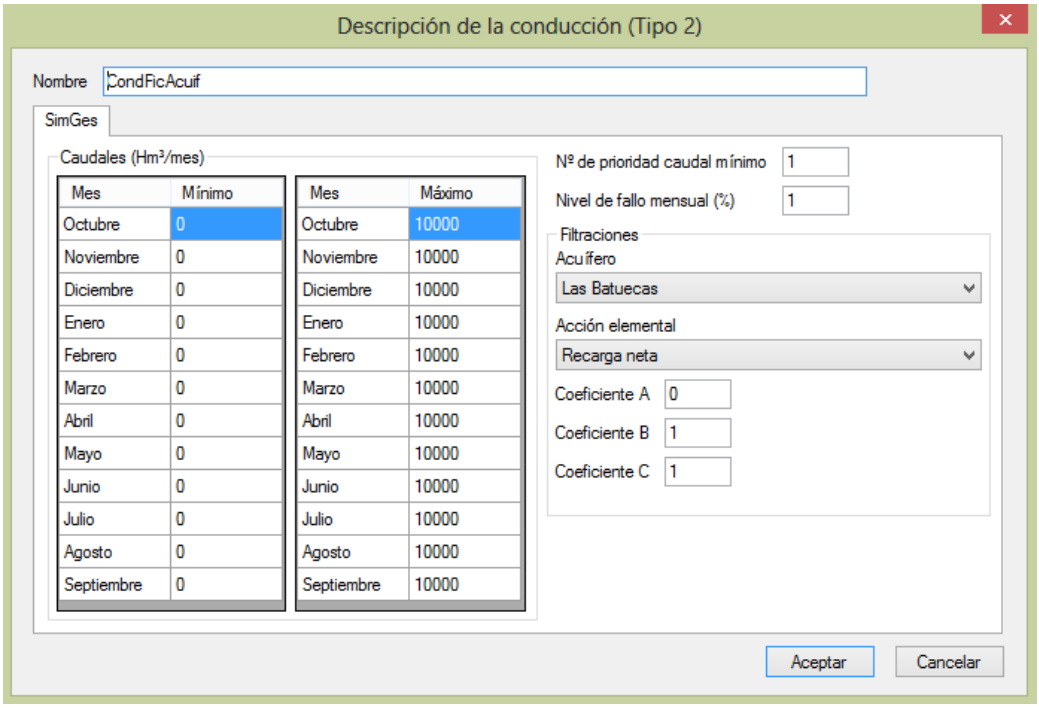


Figura 75: Ventana de opciones de la nueva conducción.

Ahora añadimos el elemento aportación, para ello, seleccionamos el botón , pulsamos con el botón izquierdo del ratón sobre el NudoApoAcuif y, posteriormente, tras alejarnos un poco del nudo, con el botón derecho. Cambiamos el nombre y seleccionamos la columna de aportación "AF Batuecas". Esta aportación en este momento es nula, pero nos permitirá, tras hacer los cambios oportunos en EvalHid, introducir la parte subterránea de las aportaciones por lluvia.

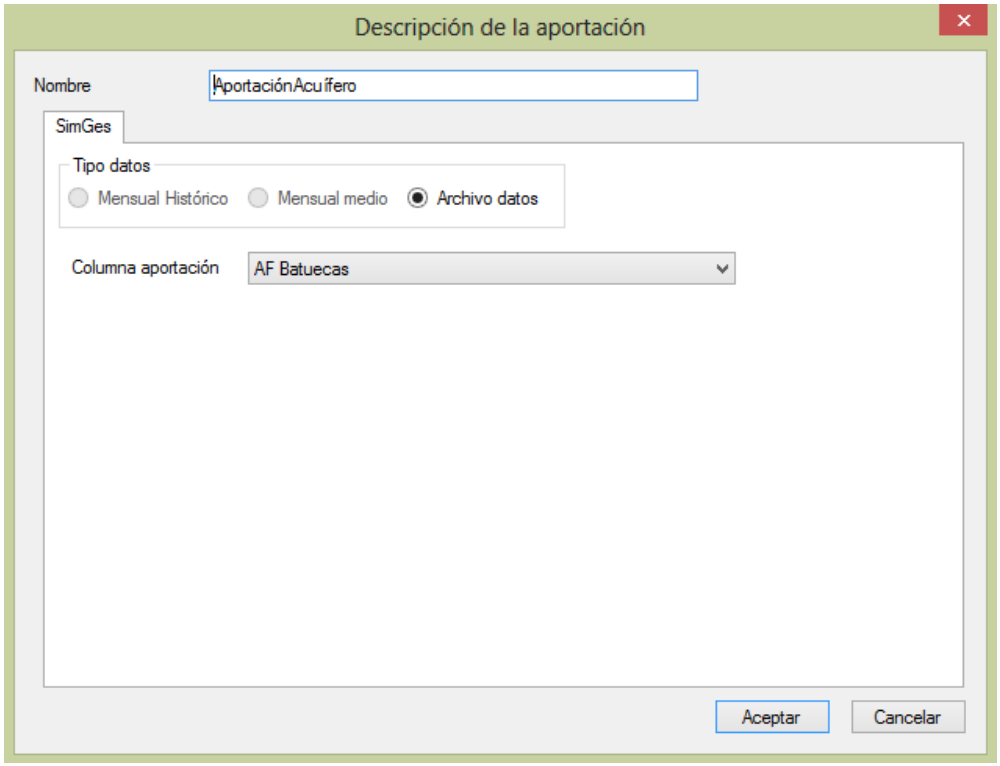


Figura 76: Ventana de opciones de la nueva aportación.

El último elemento que vamos a añadir es la demanda, para ello seleccionamos el botón y lo añadimos en la zona que estamos trabajando. Le cambiamos el nombre, y el resto de opciones como aparecen en la siguiente figura:

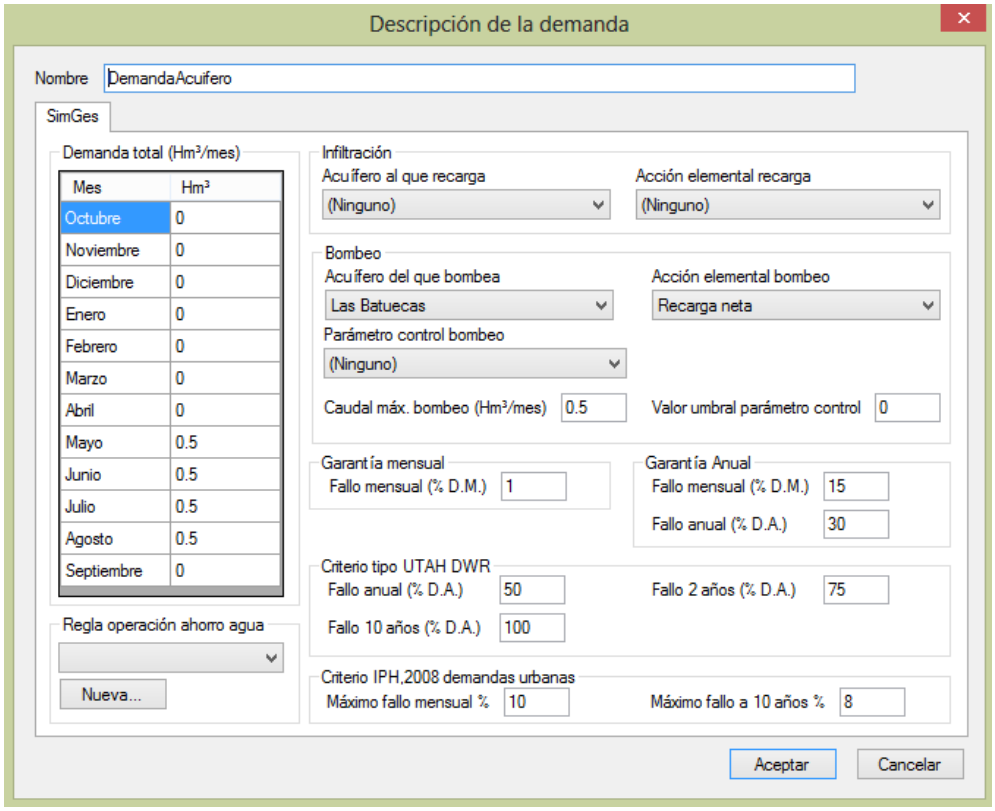


Figura 77: Ventana de opciones de la nueva demanda.

Ahora, únicamente, falta ajustar el coeficiente de descarga (alfa) del acuífero por el valor (0.08 mes^{-1}) obtenido en un estudio previo con el modelo HBV.

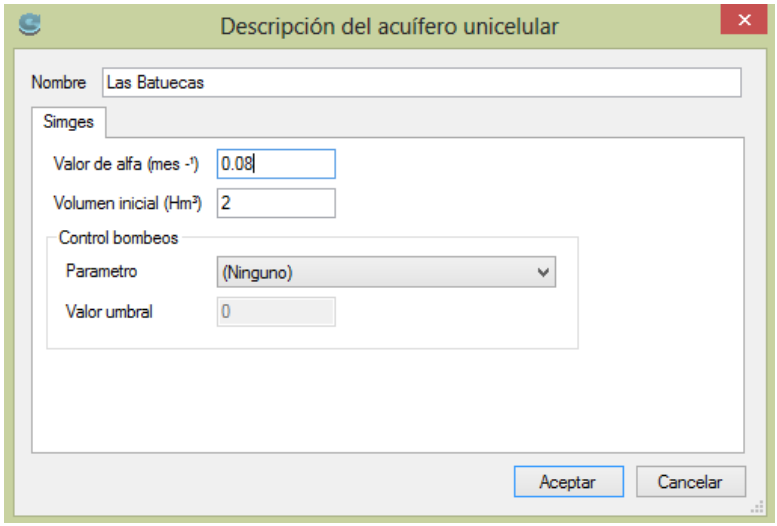


Figura 78: Cambio del valor alfa del acuífero Las Batuecas.

6.2. Modificación del proyecto EvalHid

El siguiente paso es modificar el proyecto de EvalHid con el objetivo de introducir la recarga por infiltración de lluvia, de algunas de la subcuencas, en el modelo AquaTool. Concretamente vamos a separar la componente superficial y subterránea de "AN Agadon".

El primer paso es crear un punto de desagüe subterráneo a partir de la nueva aportación que hemos creado en el modelo de AquaTool. Para ello pulsamos sobre el botón "Subterráneos" del apartado "Puntos de Desagüe".

Seleccionamos "AportaciónAcuífero" y pulsamos sobre la flecha azul , pasándose a la tabla de la izquierda. Cerramos la ventana y ya habremos agregado el punto de desagüe subterráneo.

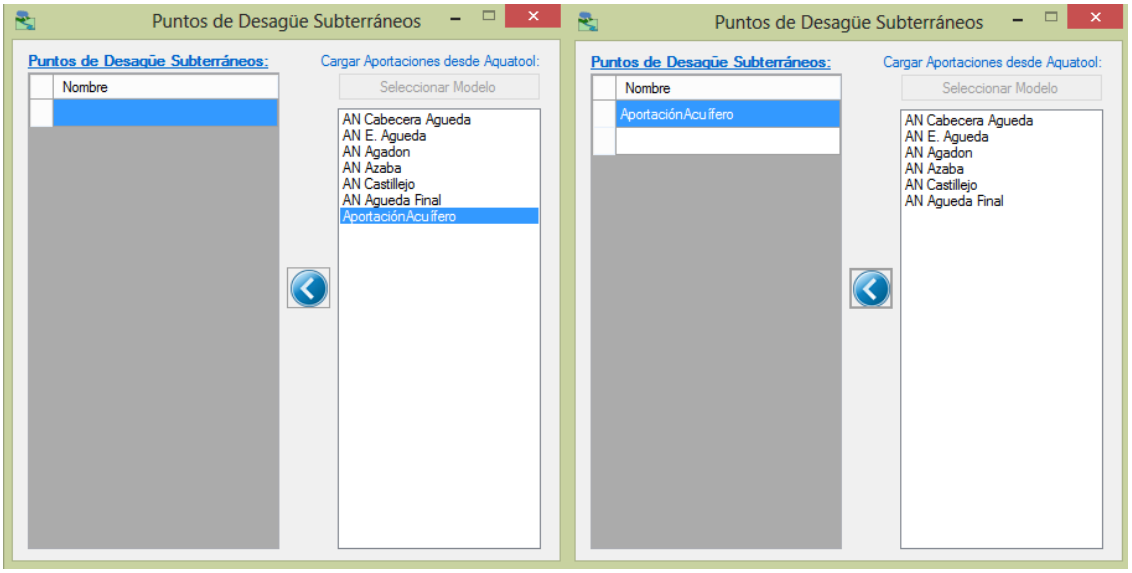


Figura 79: Definición del punto de desagüe subterráneo.

El siguiente paso es asignar este nuevo punto de desagüe subterráneo a las subcuencas que tienen definido como punto de desagüe superficial el de "AN Agadon". Este proceso lo vamos a llevar a cabo desde la parte GIS, ya que nos facilitará el trabajo.

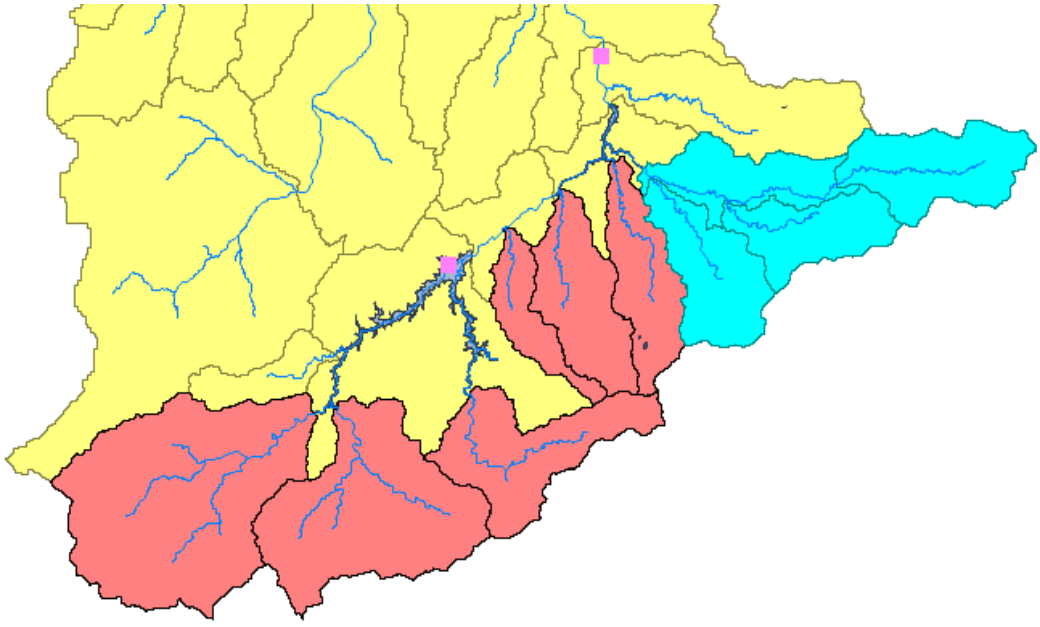


Figura 80: Subcuencas (azul) a modificar el punto de desagüe subterráneo.

Abrimos este entorno de trabajo con el botón y a continuación pulsamos sobre el de Información de las subcuencas . El procedimiento que se explica a continuación se debe llevar a cabo con las cuatro subcuencas que aparecen remarcadas en azul en la Figura 80. Tras pulsar sobre el botón de Información de las subcuencas, hacemos clic sobre una de las cuatro subcuencas mencionadas. En la ventana que aparece tenemos que seleccionar el punto de desagüe subterráneo que hemos añadido a EvalHid.

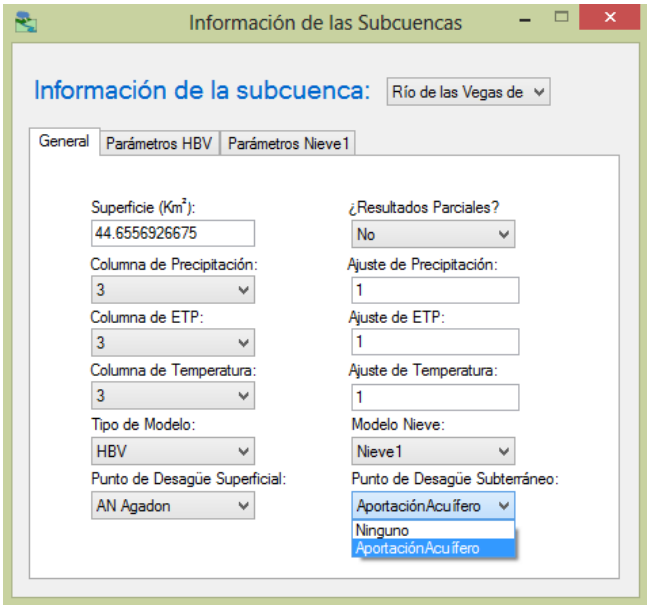


Figura 81: Asignar punto de desagüe subterráneo.

Una vez se haya asignado el punto de desagüe subterráneo en las cuatro subcuencas podemos cerrar la ventana de GIS y volver a la principal de EvalHid.

Llegados a este punto, volvemos a Calcular pulsando el botón correspondiente.

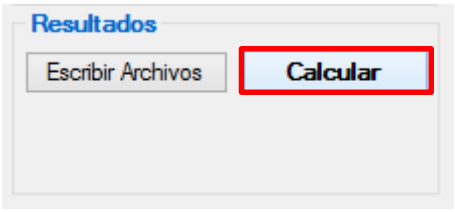


Figura 82: Calcular los modelos con los nuevos cambios introducidos.

6.3. Análisis de resultados.

Tras haber calculado las nuevas series con EvalHid, se habrá modificado el archivo de aportaciones de Simges (simges.apo) con las series obtenidas. El siguiente paso por tanto, es simular la gestión con Simges. Para ello desde el modelo de AquaTool nos dirigimos a Modelos→ Simges→ Ejecutar Simges→Aceptar.

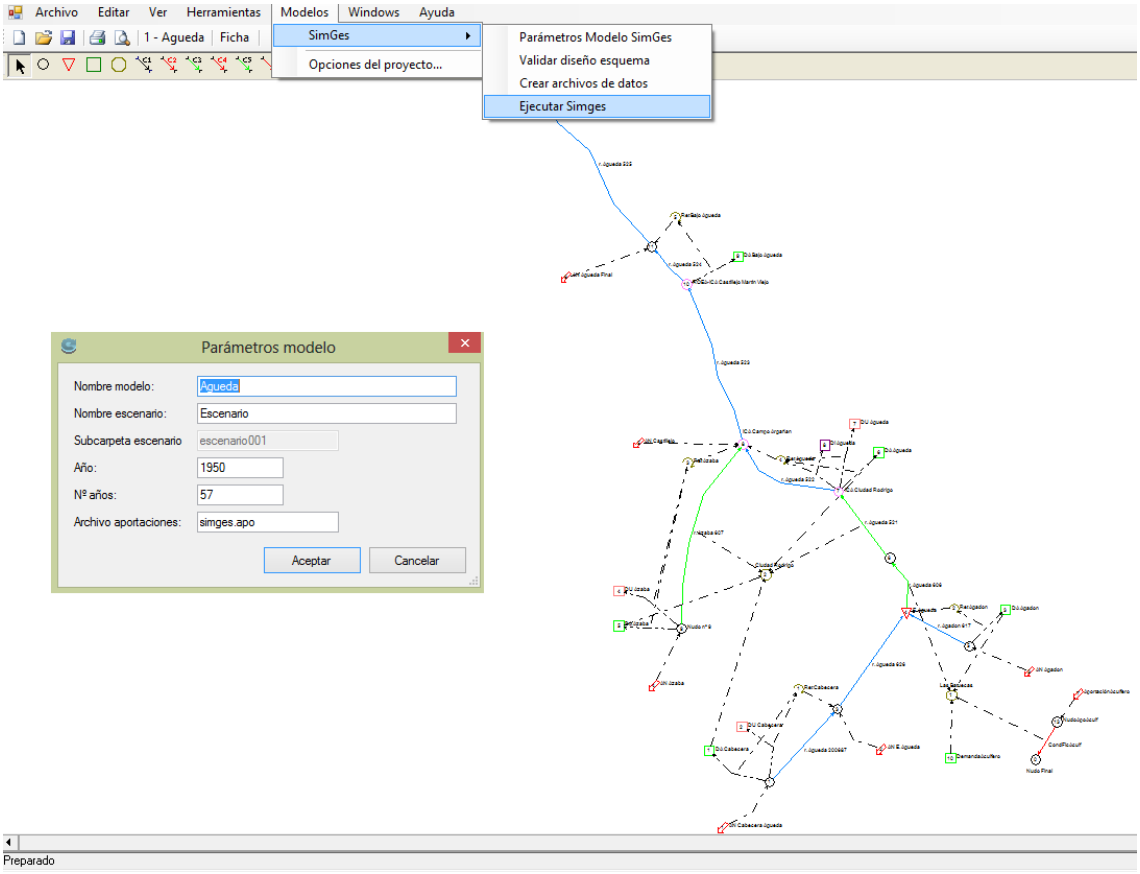


Figura 83: Proceso de ejecución de Simges.

Los nuevos resultados se pueden consultar pulsando sobre el botón “Ficha” que cambiará a llamarse “Gráfico”. En la figura inferior se muestra la aportación que corresponde con la recarga por infiltración de lluvia al acuífero. Este acuífero se encuentra conectado con el río (conducción tipo 3). El volumen almacenado en el acuífero llegará al río según el coeficiente de descarga alfa definido en el modelo.

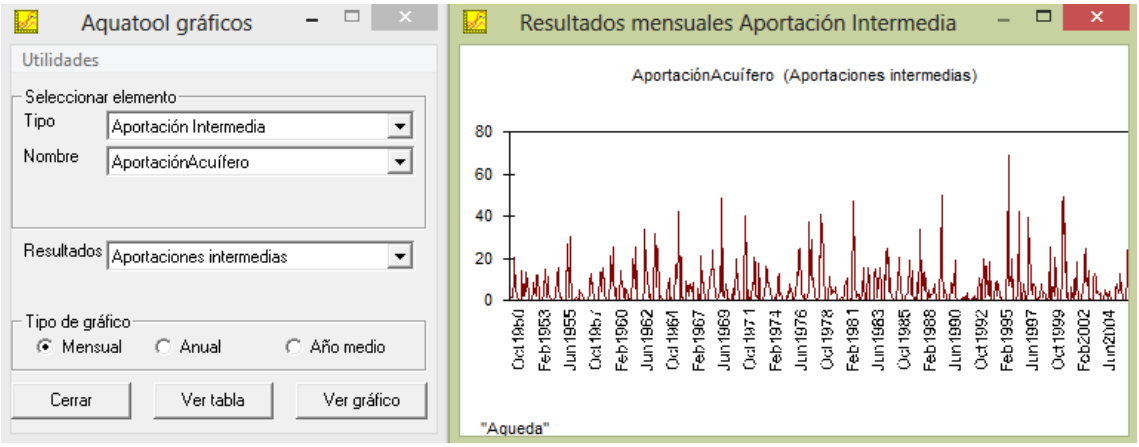


Figura 84: Aportación subterránea al acuífero calculado con EvalHid.

La evolución de la recarga neta del acuífero con la nueva aportación por infiltración se muestra en la siguiente figura.

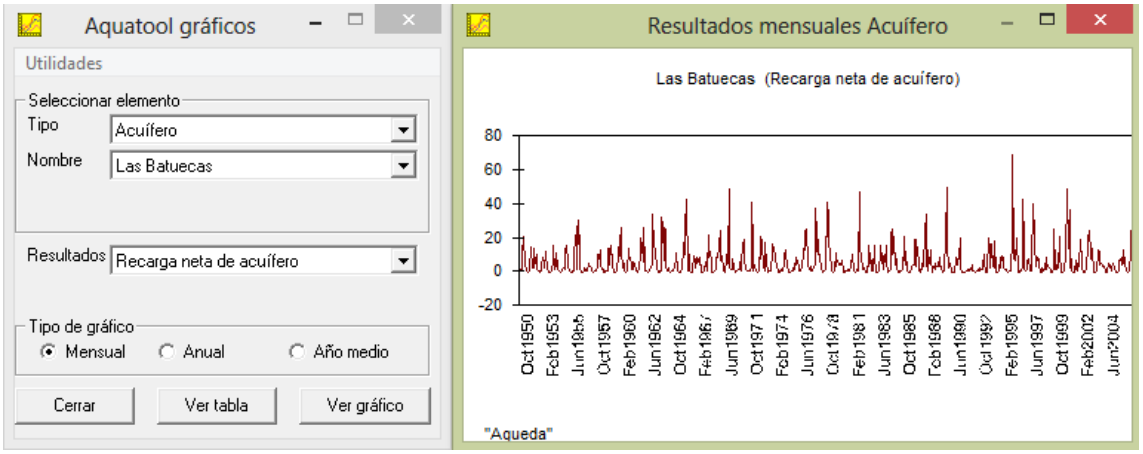


Figura 85: Evolución del acuífero.

Para la nueva demanda que hemos introducido en el modelo, se puede observar que no se producen déficits puesto que se ha considerado un volumen de demanda reducido.

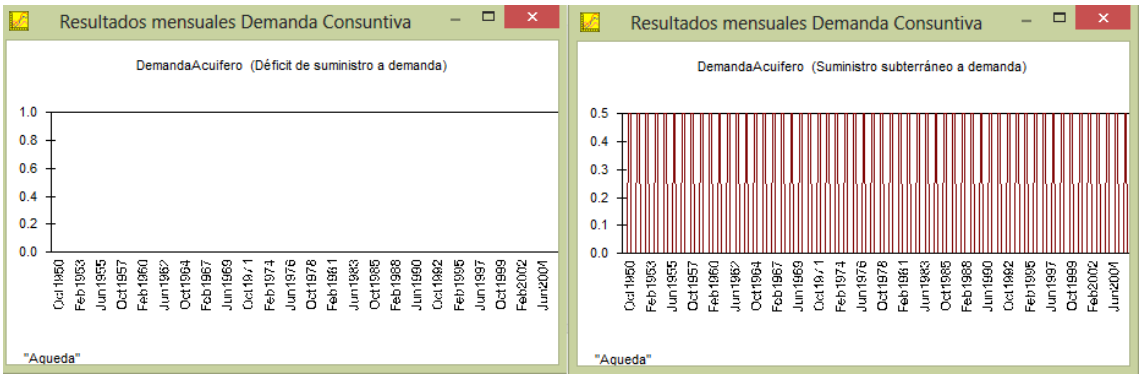


Figura 86: Déficit y Suministro de la demanda que toma agua del acuífero.

Por último, si copiamos la serie de entradas al embalse del Águeda (como se explicó en el apartado 4) en el Libro de Excel (Observados.xlsx), podemos observar los siguientes gráficos en los que se compara con los valores observados.

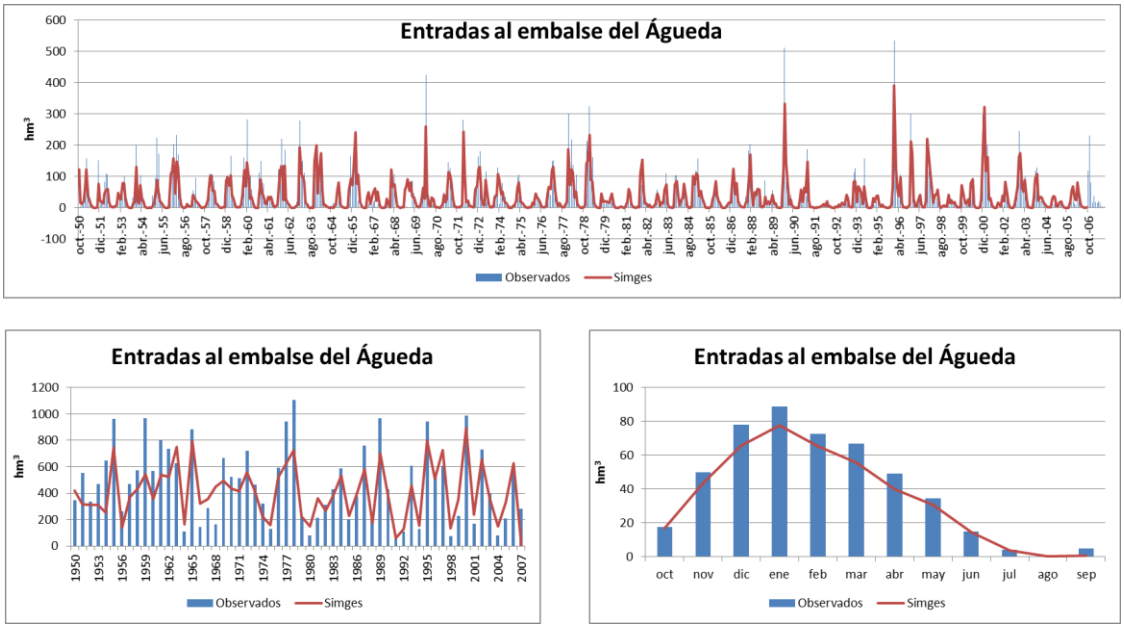


Figura 87: Comparativa de las entradas al embalse del Agueda con los registros Observados.

Anexo 1. Creación de archivos de entrada.

Se dispone de un libro de Microsoft Excel desarrollado con el fin de hacer más sencilla la creación de los archivos de entrada (precipitación, ETP y temperatura) con el formato correcto.

Este libro de Excel se encuentra en el directorio de instalación de EvalHid, normalmente "*C:\Archivos de Programa\UPV\AquaTool\EvalHid*" (o "*Archivos de Programa (x86)*"). Es necesario copiarlo en otro directorio (por ejemplo, en el directorio de trabajo del proyecto de EvalHid que vamos a realizar), ya que por los permisos de Windows no funcionaría correctamente.

Una vez copiado, lo abrimos y observaremos la Hoja de "*Control*":

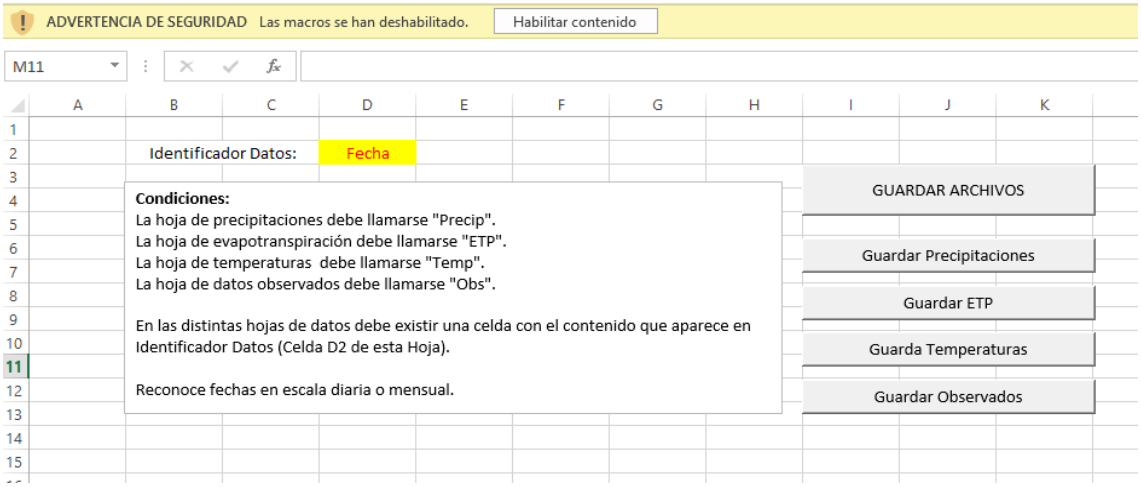


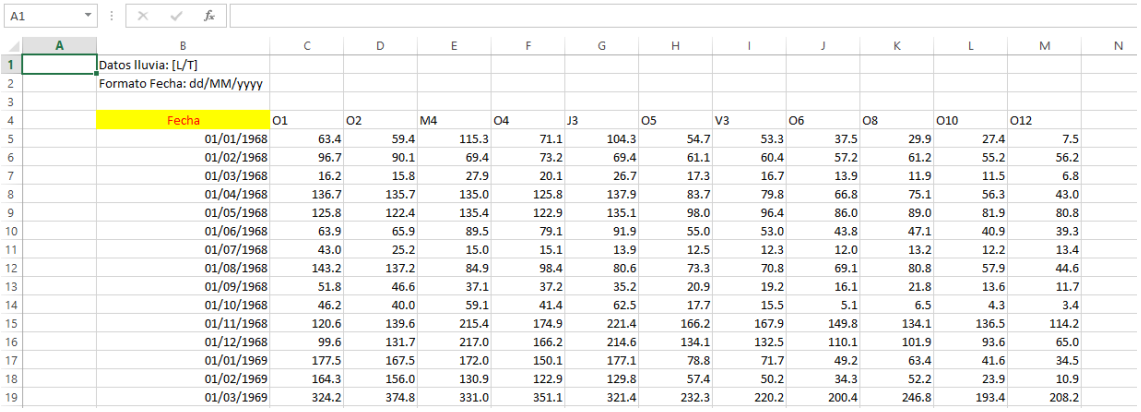
Figura 88: Hoja de Control del libro de Excel para la creación de archivos de datos de e EvalHid.

Aparece un mensaje de Advertencia de Seguridad para recordarnos que debemos habilitar el contenido del Libro de Excel para que funcione la aplicación y pueda generar los archivos de datos.

En la propia Hoja de "Control" vemos varios botones y algunas consideraciones a tener en cuenta. Lo más importante a tener en cuenta es el Identificador de Datos que aparece como "Fecha". Este Identificador es necesario que se encuentre en las distintas hojas de datos (Precip, ETP, Temp y Obs) para que la aplicación sepa a partir de dónde debe empezar a coger los datos. Si por ejemplo, este Identificador se cambia a "Date", también se deberá cambiar en las distintas hojas de datos.

Respecto a los botones, el primero permite escribir cuatro archivos de una sola vez, los archivos relativos a los datos de Precipitación, ETP y Temperatura, además de un archivo con los valores Observados que dispongamos.

Para cada una de las Hojas de datos se ha de introducir la información como se muestra en la siguiente figura. En primer lugar, el Identificador de Datos ("Fecha"), a la derecha de éste las etiquetas de las series que se deseen añadir (en este caso "O1", "O2", etc.) En la siguiente línea hay que introducir la fecha y los distintos valores, una columna por serie a introducir.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Datos lluvia: [L/T]												
2		Formato Fecha: dd/MM/yyyy												
3														
4		Fecha	O1	O2	M4	O4	J3	O5	V3	O6	O8	O10	O12	
5		01/01/1968	63.4	59.4	115.3	71.1	104.3	54.7	53.3	37.5	29.9	27.4	7.5	
6		01/02/1968	96.7	90.1	69.4	73.2	69.4	61.1	60.4	57.2	61.2	55.2	56.2	
7		01/03/1968	16.2	15.8	27.9	20.1	26.7	17.3	16.7	13.9	11.9	11.5	6.8	
8		01/04/1968	136.7	135.7	135.0	125.8	137.9	83.7	79.8	66.8	75.1	56.3	43.0	
9		01/05/1968	125.8	122.4	135.4	122.9	135.1	98.0	96.4	86.0	89.0	81.9	80.8	
10		01/06/1968	63.9	65.9	89.5	79.1	91.9	55.0	53.0	43.8	47.1	40.9	39.3	
11		01/07/1968	43.0	25.2	15.0	15.1	13.9	12.5	12.3	12.0	13.2	12.2	13.4	
12		01/08/1968	143.2	137.2	84.9	98.4	80.6	73.3	70.8	69.1	80.8	57.9	44.6	
13		01/09/1968	51.8	46.6	37.1	37.2	35.2	20.9	19.2	16.1	21.8	13.6	11.7	
14		01/10/1968	46.2	40.0	59.1	41.4	62.5	17.7	15.5	5.1	6.5	4.3	3.4	
15		01/11/1968	120.6	139.6	215.4	174.9	221.4	166.2	167.9	149.8	134.1	136.5	114.2	
16		01/12/1968	99.6	131.7	217.0	166.2	214.6	134.1	132.5	110.1	101.9	93.6	65.0	
17		01/01/1969	177.5	167.5	172.0	150.1	177.1	78.8	71.7	49.2	63.4	41.6	34.5	
18		01/02/1969	164.3	156.0	130.9	122.9	129.8	57.4	50.2	34.3	52.2	23.9	10.9	
19		01/03/1969	324.2	374.8	331.0	351.1	321.4	232.3	220.2	200.4	246.8	193.4	208.2	

Figura 89: Ejemplo con los datos introducidos de precipitación.

En cuanto al formato de fecha, admite escala diaria y mensual. En el caso de la mensual, el día siempre será 01, es decir: 01/10/2000, 01/11/2000, etc. En cada una de las Hojas de datos es conveniente fijarse también en las unidades de los datos introducidos (Celda B1 de cada Hoja).

Cuando se ha introducido toda la información, basta con ir a la Hoja de "Control" y pulsar sobre el botón "GUARDAR ARCHIVOS" o el que corresponda (si solo se quiere escribir un archivo en particular).

En el caso de que alguna Hoja de datos no tenga el Identificador de Datos, aparecerá el siguiente mensaje y no escribirá el archivo correspondiente.

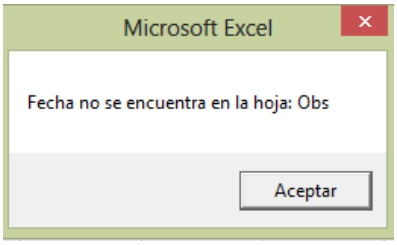


Figura 90: Mensaje que aparece al no especificar el Identificador de Datos en alguna de las Hojas.