



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



AQUATOOL

EJEMPLO DE DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN CON GEOAQUATOOL.

Ejercicio 1 DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACIÓN DE LA CUENCA.

Equipo [Aquatool](#).

Grupo de Ingeniería de Recursos Hídricos

[IIAMA](#)

[UPV](#)

Febrero de 2025

Contenido

1. Caso de estudio.....	1
2. Inicio del modelo.....	2
3. Creación de la topología.....	3
3.1. Nudos y embalses.	4
3.2. Nudo final.....	8
3.3. Creación de conducciones.	8
3.4. Definición de demandas.....	9
3.4.1. Nudo de demanda.....	9
3.4.2. Arco de toma.....	10
3.4.3. Elemento de retorno.....	10
3.5. Aportaciones.....	11
4. Simulación.....	13
5. Análisis de resultados.	13
6. Calibración del modelo y reglas de gestión.....	17
6.1. Reglas de gestión básicas del modelo.....	17
6.2. Reglas de gestión en la cuenca.	18
6.3. Garantía en la demanda VillaAbajo.....	18
6.4. Cálculo de la garantía máxima posible para la demanda urbana.	20

1. Caso de estudio.

Para el desarrollo de este ejercicio se propone el caso de una cuenca ficticia como se describe a continuación. En la Figura 1 se representa un esquema de la cuenca propuesta con sus elementos principales. Esta cuenca, que se ha bautizado como río Mayu, consta de los siguientes elementos para su gestión:

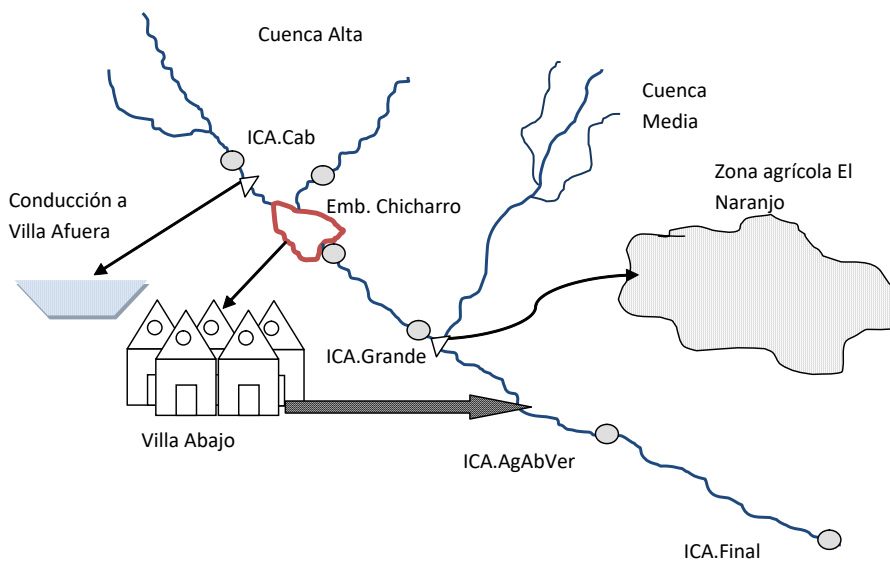


Figura 1: Esquema conceptual del sistema de gestión utilizado para el desarrollo de los ejercicios.

- Dispone de un embalse "Chicharro" utilizado principalmente a suministrar agua a la población de "Villa Abajo".
- La población de "Villa Abajo" es el usuario prioritario de las aguas del río, tiene su captación de aguas en el embalse y vierte sus aguas residuales al mismo río.
- Aguas abajo de esta población existe un azud llamado "Azud Grande" del que se extrae agua para el riego de la zona agrícola de "El Naranjero".
- La zona agrícola de "El Naranjero" se nutre principalmente de las aportaciones de la cuenca media, aunque puede también recibir agua del embalse.
- El vertido de las aguas residuales de Villa Abajo se incorpora al río aguas abajo del Azud Grande.

- Aguas arriba del embalse existe un azud "Azud Chico", mediante el cual es posible la extracción de agua para la población de "Villa Afuera". La cual dispone de otras fuentes de suministro principales, pero al ser estas insuficientes se le permite extraer agua del Azud Chico siempre que esta extracción no perjudique las garantías en el sistema del río Mayu.
- Se dispone de datos mensuales históricos de aforo desde 1940 a 2000 en el Azud Chico, en el embalse y en el Azud Grande. Las series de aportaciones intermedias restituidas a régimen natural se reflejan en el anejo.
- Se dispone de mediciones de la calidad del agua desde 1996 a 2000 en los puntos marcados en el esquema de la cuenca.

Los datos necesarios para elaborar el modelo de simulación hidrológica se incluyen en la hoja de cálculo adjunta en la misma página web que este documento.

2. Inicio del modelo.

El primer paso a dar es iniciar la aplicación, la cual se encuentra en el inicio de Windows buscando "GeoAquaTool".

En la página de inicio del programa tenemos que elegir la opción de Nuevo (como se indica en la Figura 2). A continuación, se debe seleccionar donde se desea guardar el archivo de trabajo y nombrarlo. La página de inicio también presenta una breve información escrita sobre el programa y su uso, incluyendo algunos enlaces para ampliar información e importar modelos desde la versión anterior de Aquatool+.



Figura 2: Inicio del programa.

Una vez indicado el directorio y el archivo de trabajo debemos entrar en la pestaña de "Simulación" → "Configuración" que mostrará una ventana emergente como la Figura 3. Aquí se debe seleccionar el modelo de cálculo (en este caso "simulación" que corresponde con el módulo AqtSim), un título para el trabajo, la escala temporal con que vamos a calcular (en este caso mensual), y el periodo de simulación.



Datos Generales Simulación

Selección del modelo de cálculo

Simulación Optimización Estadístico Seguimiento

Calidad

Medición escala temporal

Mensual

Título

Modelo_Curso_RioMayu

Periodo de simulación

Año inicio 1940 Mes inicial Octubre

Año Final 2000 Mes final Septiembre

Aceptar Cancelar

Figura 3: Parámetros básicos para la simulación y selección del modelo de cálculo a utilizar.

Una vez presionamos el botón de "aceptar" la interfaz creará un tapiz en blanco para poder empezar a introducir la topología del modelo.

3. Creación de la topología.

El siguiente proceso consiste en introducir todos los datos del modelo. Para ello se van pinchando elementos en la barra de herramientas, Figura 4, y colocándolos sobre el tapiz.

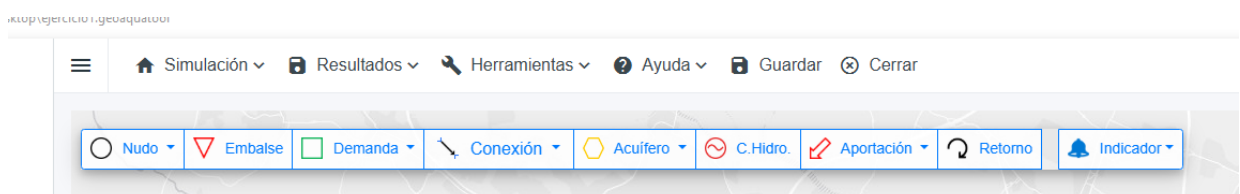


Figura 4: Barra de Herramientas.


La creación del modelo no tiene por qué seguir el orden que se explica a continuación. La única premisa que existe es que, para crear los elementos de conexión, como las tomas y conducciones, los elementos inicio y final deben de haberse creado previamente.

La pantalla de dibujo se muestra sobre un mapa topográfico (solo si trabajamos en un equipo con conexión a internet) en el que podríamos situarnos sobre el territorio de nuestra cuenca. Puesto que este ejercicio es con una cuenca ficticia no será necesario este paso. La pantalla de dibujo permite la selección de varios tipos de fondo (Figura 5). En este caso se puede trabajar con la opción "sin mapa" que no mostrará ningún fondo.



Figura 5: Selección del tipo de fondo en el lienzo de dibujo.

3.1. Nudos y embalses.

Primero creamos el nudo de cabecera haciendo clic en el elemento  de la barra de herramientas y seleccionando la opción "nudo" y volviendo hacer clic en el tapiz en el lugar deseado. El único dato a proporcionar para los nudos es el nombre del mismo.


Seguidamente creamos el embalse de Chicharro mediante el elemento . Aparece una ventana donde se debe cambiar el nombre del embalse. Figura 6.



Figura 6: Ventana para nombrar y acceder a los datos de elementos.

Entrando en el apartado "características" se accede a la ficha del elemento correspondiente. Que en el caso del embalse presenta una banda superior en la que se puede activar los tipos de datos que se pretende definir para este elemento. En este caso se activará los indicados en la Figura 7.

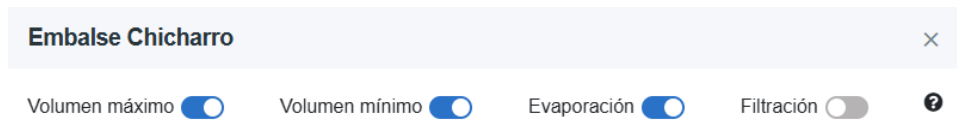
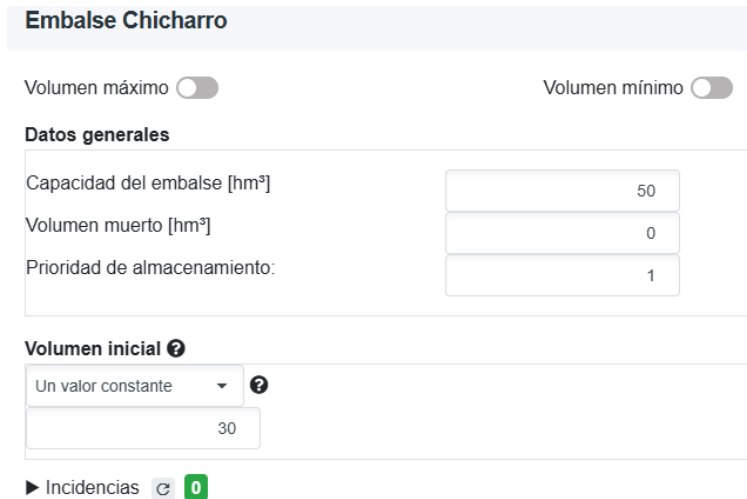


Figura 7: Selección de tipos de datos para la definición de un embalse.

El embalse solo requiere los datos de capacidad, embalse muerto, prioridad y volumen inicial. Como se presentan en la Figura 8.



The image shows the 'Embalse Chicharro' data entry form. It has a title bar and two toggle switches for 'Volumen máximo' and 'Volumen mínimo'. Below these are two sections: 'Datos generales' and 'Volumen inicial'. The 'Datos generales' section contains three input fields: 'Capacidad del embalse [hm³]' with value 50, 'Volumen muerto [hm³]' with value 0, and 'Prioridad de almacenamiento:' with value 1. The 'Volumen inicial' section has a dropdown menu set to 'Un valor constante' and an input field with value 30. At the bottom, there is a section for 'Incidencias' with a refresh icon and a counter showing 0.

Figura 8: Ficha de datos básicos de embalses.

Al resto de datos opcionales se accede mediante las solapas que aparecerán a la derecha conforme se activan en la banda superior (Figura 7) Los siguientes datos explicados son de carácter opcional. Puede consultar más información sobre los embalses en el manual técnico de AquaTool.

En la pestaña "volumen máximo", Figura 9, se introducen los datos de volumen máximo de gestión del embalse. Los datos son tomados del Excel adjunto al ejercicio. Puesto que son datos variables mensualmente, en primer lugar, en el desplegable de escala de datos se seleccionará la opción "año medio en meses" y a continuación se introducirán los 12 valores mensuales. Estos pueden escribirse uno a uno o pueden copiarse los 12 valores al portapapeles desde la hoja de cálculo y pegar aquí mediante el botón "Pegar".

Batimetría Volumen máximo Volumen mínimo Volumen intermedio

Volumen máximo de regulación [hm³]

Año medio en meses ?

Un valor constante	45
Año medio en meses	45
Serie mensual	42
Mayo	50
Junio	45
Julio	38
Agosto	30
Septiembre	30
Octubre	30
Noviembre	42
Diciembre	42

Pegar Ver gráfico

Figura 9: Datos de volumen máximo de gestión del embalse.

En la pestaña "volumen mínimo", Figura 10, se deben introducir los datos correspondientes a este apartado. Puesto que en este caso el volumen mínimo es constante, la manera más sencilla es como "Un valor constante". También se podría optar por definir este dato como "Volumen muerto" en el apartado de datos generales.

Batimetría Volumen máximo Volumen mínimo Volumen intermedio

Volumen mínimo de regulación [hm³]

Un valor constante ?

1

Figura 10: Introducción de datos de volúmenes mínimos.

Mismo proceso con los datos de tasa de evaporación (Figura 11).

Embalse_Chicharro

Volumen máximo Volumen mínimo Evaporación

Datos generales

Capacidad del embalse [hm³]

Volumen muerto [hm³]

Prioridad de almacenamiento:

Volumen inicial ⓘ

Un valor constante

Batimetría | **Evaporación**

Tasa de evaporación [mm/día]

Año medio en meses

Mes	Valor
Enero	28,87
Febrero	37,11
Marzo	60,82
Abril	92,78
Mayo	113,4
Junio	147,42
Julio	159,79
Agosto	136,08
Septiembre	93,81
Octubre	65
Noviembre	40
Diciembre	22,68

Figura 11: Introducción de datos de evaporación.

En la solapa "Batimetría" se deben introducir los datos de la curva batimétrica del embalse. Esta curva define la relación de paso entre el volumen simulado y datos de cota y superficie en el embalse (Figura 12). Estos datos solo son necesarios si se ha seleccionado la opción de simular evaporación, si se define una central hidroeléctrica a pie de presa o si se utiliza también el módulo de simulación de la calidad.

Batimetría | **Volumen máximo** | Volumen mínimo | Volumen intermedio | Eva

Curva batimétrica (valores crecientes).


Volumen embalsado [hm ³]	Cota [m]	Superficie [Ha]	
0,5	805	5	⊖
1,5	810	36	⊖
4,5	815	70	⊖
9	820	109	⊖
15,5	825	140	⊖
22,5	830	170	⊖
42	840	227	⊖
55	843,5	247	⊖
0	798	0	⊖
0,1	800	1	⊖
0	0	0	⊕

Figura 12: Introducción de curva batimétrica del embalse.

Una vez introducidos todos los datos se puede actualizar el control de incidencias mediante el icono circular situado al pie de la ficha (Figura 13). El número junto a este botón debe indicar un "0" si no se ha detectado errores. En otro caso, pulsando el triángulo a la izquierda se mostrará un mensaje con la descripción de los errores detectados.




Figura 13: Opción de revisar y actualizar el control de errores en una ficha de datos.

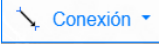
Finalmente se hace clic sobre la  en el lado superior derecho de la ventana o en un punto fuera de esta para cerrar la ventana del embalse y proseguir con el desarrollo del modelo.

Una vez creado el elemento embalse se dibujará el resto de nudos del esquema al igual que se hizo con el nudo de cabecera.

3.2. Nudo final.

Existe un tipo de nudo especial que es el "nudo final", el cual indica el final del sistema. Este se selecciona en la barra de herramientas en botón  y en el desplegable "Nudo Final". Todo modelo de simulación requiere al menos un nudo final para estar completo.

3.3. Creación de conducciones.

Una vez que se tienen los nudos creados procedemos a la creación de las conducciones o tramos de río que los unen. Todas las conducciones de este ejemplo son conducciones de tipo 1. Para crear la primera conducción se utiliza el siguiente botón  y en el desplegable seleccionamos la opción "conducción". En el dibujo se parte del nudo inicial. Por cada clic que se haga se crea un punto de la curva hasta llegar al nudo final. Una vez que se llega al nudo final el programa nos muestra la ficha inicial de la conducción donde puede cambiarse el nombre del elemento. En la casilla "características" se completaría la ficha con los datos correspondientes. En este caso bastará con introducir el nombre identificativo, ya que las conducciones no requieren más información. Si se pulsa el botón "características" la ventana que se muestra solo incluye una barra superior (Figura 14) en que se puede activar aquellas propiedades que se desea modelar.

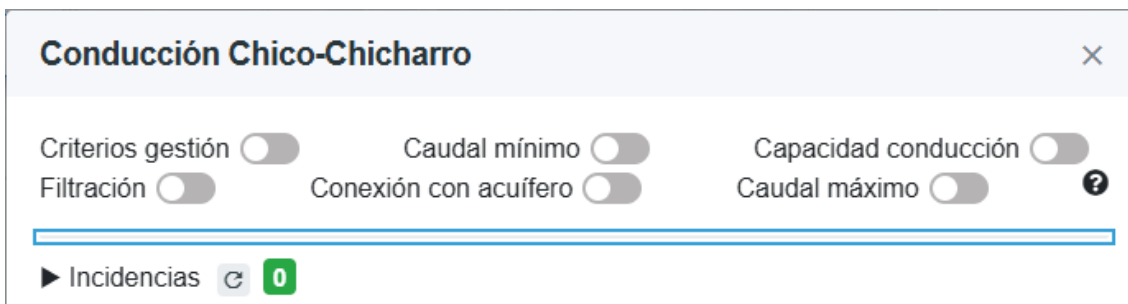






Figura 14: Ficha de datos para conducciones con las opciones de simulación para estas.

De forma similar se crean todas las conducciones del modelo. Por ahora no se introducirá ningún dato para conducciones.

3.4. Definición de demandas.

Una demanda se representa mediante 3 elementos: el elemento "demanda"  que representa el área de consumo de agua; el elemento "toma", que se encuentra en el desplegable "Toma demanda" del botón  que representa el o los canales por los que se suministra la demanda (una demanda puede tener una o varias tomas); y el elemento "retorno"  que representa la incorporación al río u otro cauce superficial del agua no consumida (el elemento de retorno no es necesario, y un retorno puede asignarse a varias demandas).

3.4.1. Nudo de demanda.

Para crear las demandas utilizaremos el elemento  de la barra de herramientas. Una vez creado, se debe editar el nombre y los datos a introducir son como los que aparecen en la Figura 15 para la demanda "VillaAfuera".

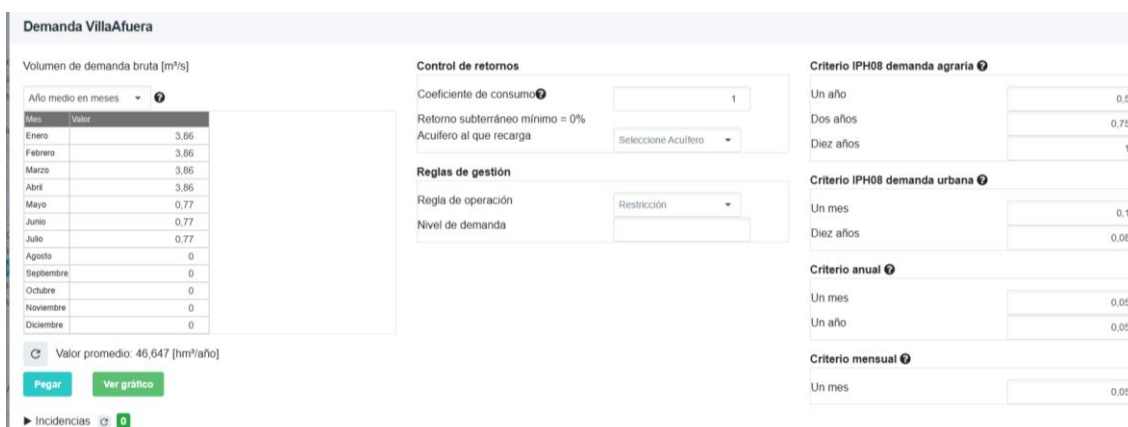



Figura 15: Ficha de datos de la demanda.

Entre los datos a introducir se encuentran: los valores demandados mensualmente y varios parámetros para el cálculo de las garantías. El modelo proporciona resultados de garantía calculados bajo varios criterios, que pueden consultarse en el manual técnico.

3.4.2. Arco de toma.

Una vez creada la demanda debe crearse la toma por la que se realiza su suministro. Para ello se utiliza el elemento  de la barra de herramientas, "Toma demanda" del desplegable. Se indica el nudo desde donde se extrae el agua y posteriormente a que demanda se suministra. El elemento toma no requiere ningún dato para su simulación salvo un número de prioridad (como se resalta en amarillo en la Figura 16).

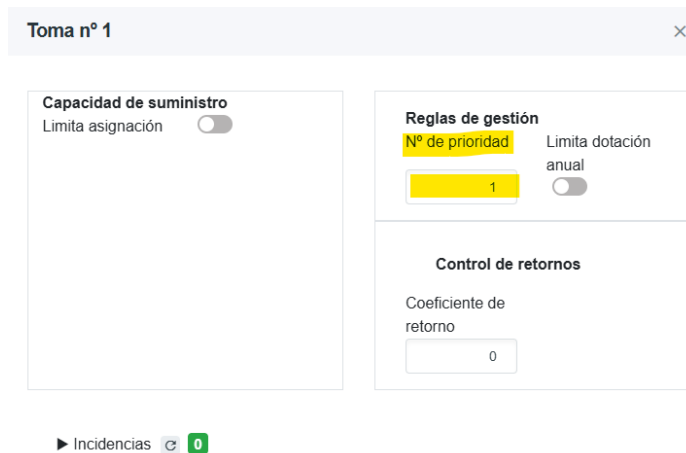


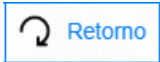
Figura 16: Ficha de datos para una toma.

Opcionalmente se pueden activar datos como un límite de suministro (constante, mensual, o temporal) o un límite de suministro total anual. Y un coeficiente de retorno superficial, lo cual requerirá también la selección del elemento destino del retorno correspondiente.

Un elemento de demanda puede tener varias tomas que lo satisfagan. Por otro lado, el programa comprueba si una demanda está limitada en su suministro debido a que los datos de la toma son inferiores a los de la demanda. Si no se ha creado el elemento de retorno se puede volver a la ficha posteriormente para asignarlo.

De esta forma crearemos las tres demandas de nuestro ejemplo y sus tres tomas.

3.4.3. Elemento de retorno.

El elemento de retorno se crea por medio del elemento  y se indica el nudo del esquema en donde se produce el retorno. El único dato a

introducir es el nombre del retorno. Una vez creado el elemento se debe asignar, en las tomas relacionadas, el retorno para que se complete la relación. Figura 17. La opción de seleccionar el elemento de retorno aparecerá cuando se define un coeficiente de retorno mayor que 0.




Control de retornos

Coeficiente de retorno: 0,15

Elemento de retorno: Vertido VillaAbajo

Figura 17: Coeficiente de retorno y asignación del elemento destino para la toma de la demanda VillaAbajo.

3.5. Aportaciones.

Para crear una aportación al sistema se utiliza el elemento  de la barra de herramientas. En el desplegable debemos elegir aportación tipo "Superficial". Para dibujar la aportación se comienza pulsando en el punto de la pantalla donde se ha de dibujar el icono de la aportación y se finaliza pulsando en el nudo o embalse destino de la misma. Los datos que requiere la ficha de aportaciones (Figura 18) son una serie de datos temporales de la misma, que pueden definirse también con diferentes niveles de detalle. En nuestro caso se proporcionan todas las series como "serie mensual". Para incluir estos datos, será necesario ordenar los datos en una hoja de cálculo en 3 columnas de "año", "mes" y "valor" para copiarlos al portapapeles y después "pegar" en la ficha de datos.

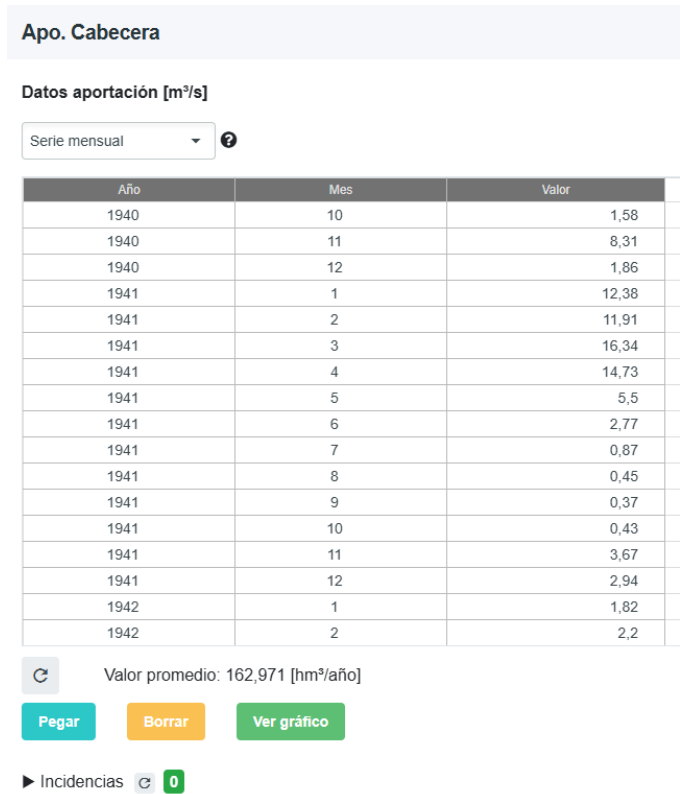


Figura 18: Ficha de aportaciones.

Una vez se tiene el modelo completo (Figura 19) con todos los datos se puede comenzar a realizar simulaciones, primero para comprobar el buen comportamiento del mismo con relación a la realidad que se pretende representar. Y a continuación como una herramienta de análisis.

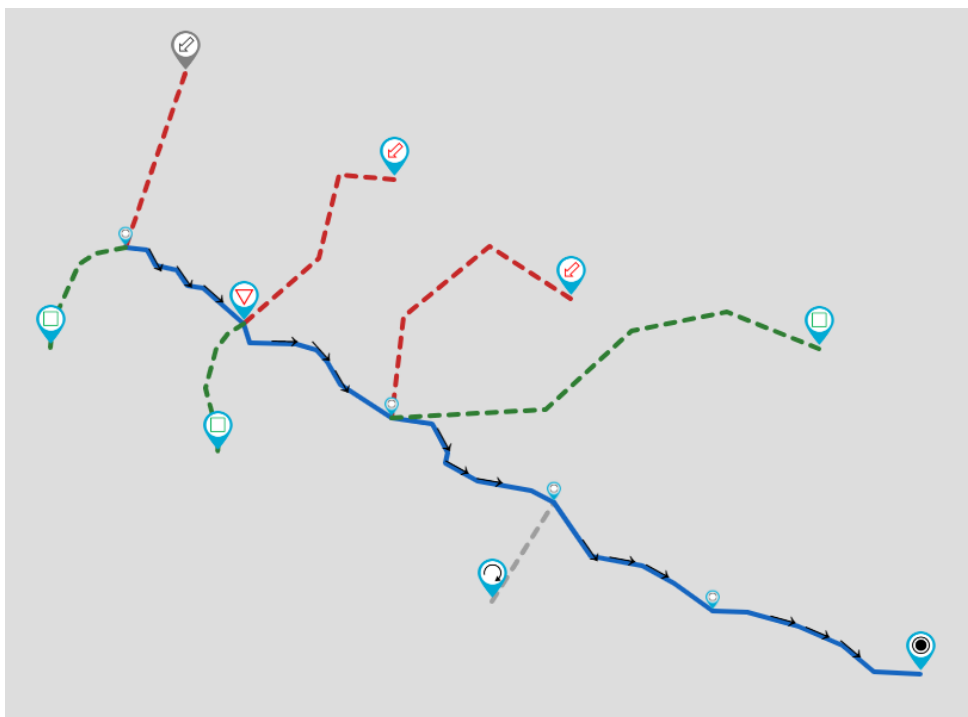
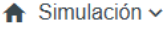



Figura 19: Esquema del modelo realizado.

4. Simulación.

Una vez se tiene creado el modelo completamente se puede realizar una simulación para verificar con los resultados que todos los datos han sido incluidos correctamente. Para ello en el menú, accedemos a  y en el desplegable seleccionamos la opción  que muestra la ventana que se muestra en la Figura 20.

En esta ficha puede modificarse el título y los años de simulación. En la parte inferior también indica si ha detectado algún error en el conjunto del modelo para ser revisado antes de la simulación. Si hacemos clic sobre el botón "Simular" el programa hace la llamada al módulo de simulación AqtSim mostrando una barra de progreso del mismo. Una vez llega al 100% de la simulación sin ninguna incidencia se puede pasar a la revisión y análisis de resultados.

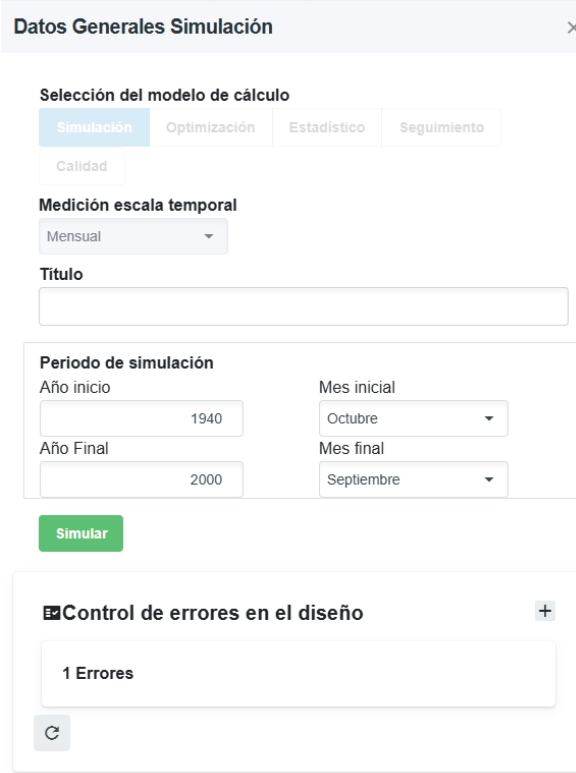


Figura 20: Ventana para configurar y llamar la simulación del modelo AqtSim.

5. Análisis de resultados.

Una vez finalizada una simulación se procede a analizar sus resultados para obtener las conclusiones pertinentes del análisis. Cada modelo de cálculo produce diferentes resultados según el tipo de cálculo que realiza. Todos

los resultados se escriben en archivos de texto situados en el mismo directorio donde se encuentra el archivo del proyecto. Algunos de estos archivos se pueden obtener a través del menú "resultados".

Si la simulación ha terminado correctamente, cuando se selecciona un elemento en la pantalla, la ficha de acceso a datos mostrará un nuevo botón "Gráfico resultados" que al ser pulsado presentará un gráfico con gráficos de series temporales de todas las variables simuladas para este elemento. Figura 21.

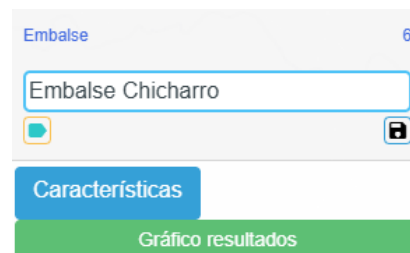


Figura 21: Botón para visualizar gráficos en la ficha de elemento.

La Figura 22 presenta los resultados obtenidos para el embalse. En esta figura se puede alternar entre resultados en la escala de la simulación con valores de flujo en m^3/s y resultados en escala mensual con valores de flujo en Hm^3/mes . En la Figura 22 se presentan superpuestos los resultados de todas las variables simuladas para este elemento. En esta ventana se puede también copiar los valores o la imagen al portapapeles para llevar a otras herramientas de trabajo.

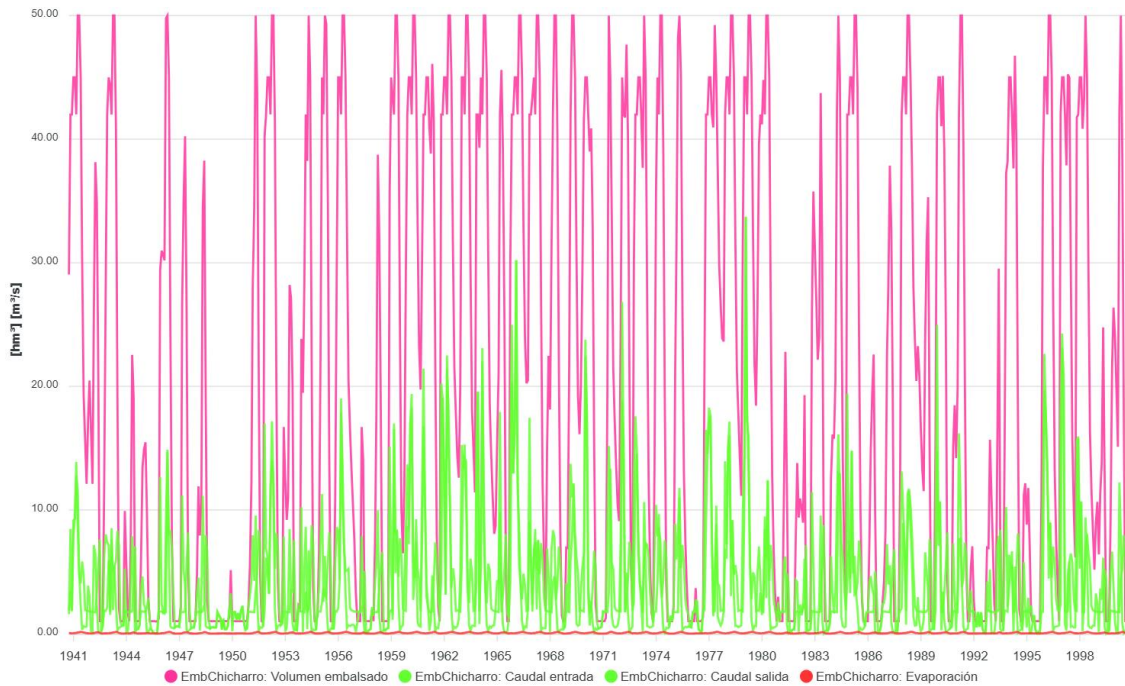


Figura 22: Resultados gráficos para el embalse Chicharro.

Este visor gráfico permite varias acciones sobre el visor como las siguientes:

- Copiar los datos del gráfico al portapapeles.
- Cuando una figura contiene varias líneas, separar estas en figuras diferentes.
- Ocultar curvas en una gráfica.
- Hacer zoom en tramos del eje de abscisas.
- Cambiar la escala del gráfico de la escala simulada en m^3/s a escala mensual en hm^3/mes para las variables que representan flujos.

Otras opciones para ver resultados se encuentran en el menú "resultados" (Figura 23). Mediante este menú se puede visualizar la salida del modelo de cálculo en diferentes formatos. Esta salida consiste siempre en archivos de texto formateados de manera diferente según el propósito del mismo.

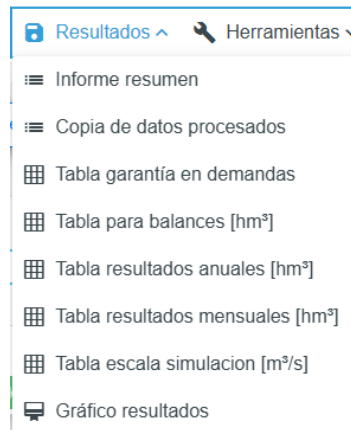



Figura 23: Menú resultados.

- "Informe resumen". Presenta un documento de texto con los promedios anuales de todas las variables de la simulación.
- "Copia de datos procesados". Es un documento de texto con descripción de datos de conectividad y parámetros principales en el diseño del modelo.
- "Tabla garantías en demandas". Es una tabla en formato CSV en que se agrupan todos los resultados de garantía calculados para las demandas.
- "Tabla para balances". Son los mismos valores que se muestran en el "informe resumen" pero para todas las variables y tabulados en formato CSV.
- "Tabla resultados anuales". La serie de resultados acumulados por años en formato de tabla CSV.
- "Tabla resultados mensuales". La serie de resultados acumulados por meses en formato de tabla CSV.
- "Tabla escala simulación". La serie de resultados en la escala de la simulación en formato de tabla CSV.
- "Gráfico resultados". Esta opción permite acceder a un visor de resultados gráficos, que, a diferencia de los resultados directos por elementos, permite seleccionar las curvas a visualizar para mezclar en un mismo gráfico resultados de diferentes variables. Como ejemplo, la Figura 24 muestra un ejemplo con los resultados de volumen embalsado y déficit en una demanda. (Esta ventana presenta otras opciones de tratamiento de resultados que serán tratadas en otro momento).

Análisis gráficos



Figura 24: Menú de resultados gráficos para comparar resultados de diferentes variables.

Para finalizar es necesario guardar desde el botón  **Guardar** del menú. Se recomienda realizar esta acción periódicamente para evitar perder información si aparece algún problema.

6. Calibración del modelo y reglas de gestión.

La simulación anterior presenta unos resultados que son consecuencia de unas reglas de gestión que vienen predefinidas en el programa (además de los datos físicos del sistema). Estas reglas de gestión pueden ser o no adecuadas para los objetivos de nuestro estudio. A continuación, se ha de revisar los datos y resultados de la simulación, para calibrar el modelo y asegurar que las simulaciones reflejan una gestión adecuada de la cuenca.

6.1. Reglas de gestión básicas del modelo.

El modelo de cálculo resuelve el problema de la asignación del agua mediante la optimización mensual de una función objetivo (véase el manual técnico de AquaTool) que por defecto establece las siguientes prioridades en la asignación del agua.

1. Demandas ecológicas (caudal mínimo en conducciones y volumen mínimo en embalses).
2. Demandas consuntivas.

3. Acumular reservas en embalses.
4. Salidas del sistema.

Esto significa que el modelo satisface cada mes todas las necesidades de agua guardando para el mes siguiente solo el agua sobrante.

Además, cuando no dispone de suficiente agua para satisfacer todas las demandas, reparte el déficit entre estas de acuerdo a los números de prioridad definidos por el usuario para las tomas.

Estas prioridades pueden ser alteradas arbitrariamente por el usuario mediante diferentes mecanismos para hacer que el modelo refleje las reglas de gestión deseadas.

6.2. Reglas de gestión en la cuenca.

Para este ejercicio se considera que los objetivos en la gestión de la cuenca son los siguientes:

1. La demanda VillaAbajo es prioritaria sobre la demanda agrícola y sobre el trasvase a Villa Afuera.
2. La demanda agrícola deberá sufrir restricciones si es necesario para garantizar la demanda Villaabajo.
3. El trasvase a VillaAfuera se cumplirá siempre que no cause problemas en el suministro de VillaAbajo. En relación a la demanda agrícola, puesto que se considera que VillaAfuera dispone de otra fuente de suministro, esta quedaría en el tercer lugar de prioridad.

6.3. Garantía en la demanda VillaAbajo.

Como se ve en la Figura 25, el modelo inicial presenta unos valores de déficit de la demanda de Villa Abajo inadmisibles para un abastecimiento urbano. Esto podría ser normal, pero se puede analizar el funcionamiento del modelo para saber lo que está haciendo y mejorarlo si procede.

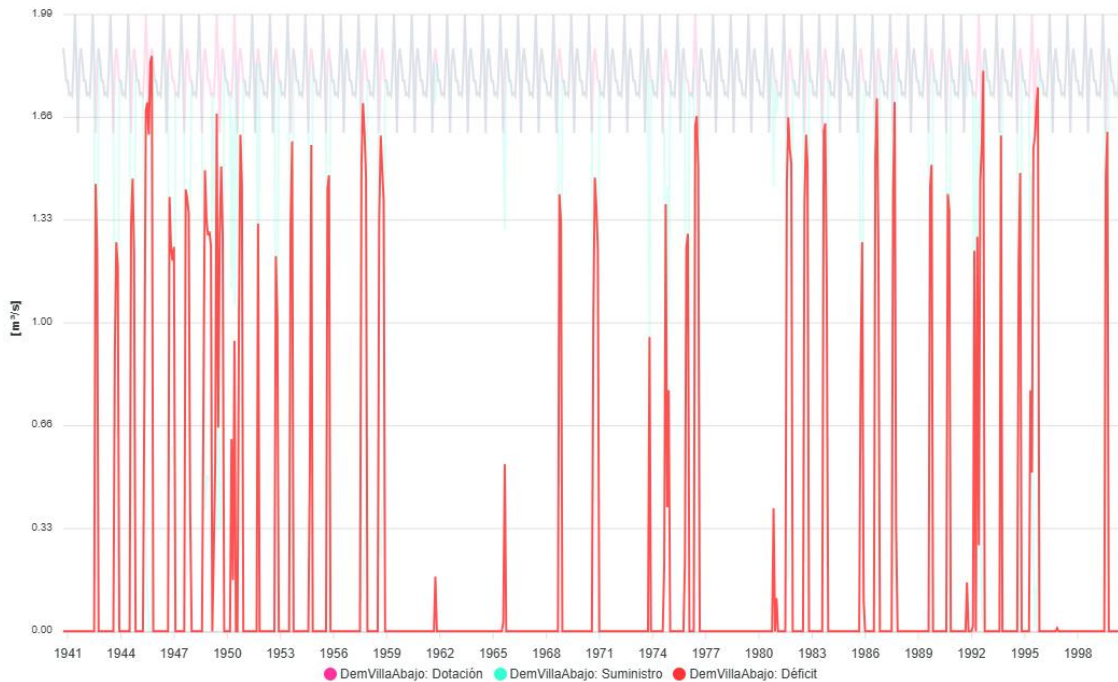


Figura 25: Resultados de déficit para la demanda VillaAbajo.

La primera cuestión a evaluar es **¿Por qué se da esta situación en el modelo?** La respuesta a esta pregunta puede ser que el modelo está repartiéndose por igual el agua entre las 3 demandas, ya que al preparar el modelo inicial no se prestó atención al número de prioridad de las tomas.

Si se modifican las prioridades de las tomas, dando valores de acuerdo con los criterios anteriores (Figura 26) y se vuelve a simular se observa que la garantía ha mejorado algo, pero no es suficiente.

Demanda	Prioridad
DU. Villa Abajo	1
DU. Villa Afuera	3
DA. El Naranjo	2

Figura 26: Prioridades entre demandas.

Si se revisan los resultados de evolución del embalse (Figura 24) se ve que se agotan los recursos del mismo casi todos los años simulados. Esto es debido a que el conjunto de todas las demandas supera casi siempre los recursos del sistema, por lo que a principio del verano se agotan los recursos del embalse, y no queda agua para satisfacer la demanda urbana al final del verano.

Por lo tanto, para mejorar la garantía de la demanda urbana sería necesario disponer de reservas a más largo plazo para el suministro de la demanda urbana. Lo cual se consigue reduciendo el suministro desde el embalse a la demanda agrícola.

6.4. Cálculo de la garantía máxima posible para la demanda urbana.

En el planteamiento del ejercicio se pide el cálculo de la garantía de la demanda urbana de VillaAbajo si no se extrae agua del río para VillaAfuera ni del embalse para la demanda agrícola. Esta sería la garantía máxima que se podría esperar en esta demanda.

Para calcularla se podría anular las otras dos demandas, de esta manera todos los recursos se destinarían a la demanda urbana. Para anular las demandas, sin alterar sus datos, lo más sencillo es limitar la asignación anual de la toma a 0 (Figura 27).

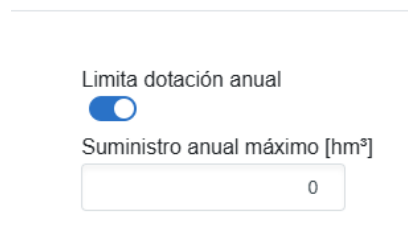


Figura 27: Anular la capacidad de suministro en una toma de demanda.

El resultado para el embalse en la demanda urbana VillaAbajo puede verse en la Figura 28. En estas condiciones la demanda urbana solo sufre déficit en una sequía que agota las reservas en dos años consecutivos. Mientras que en el resto de la simulación el embalse mantiene siempre sus reservas por encima de 10 hm³ y normalmente se mantiene por encima de 20 hm³ a final de la campaña.

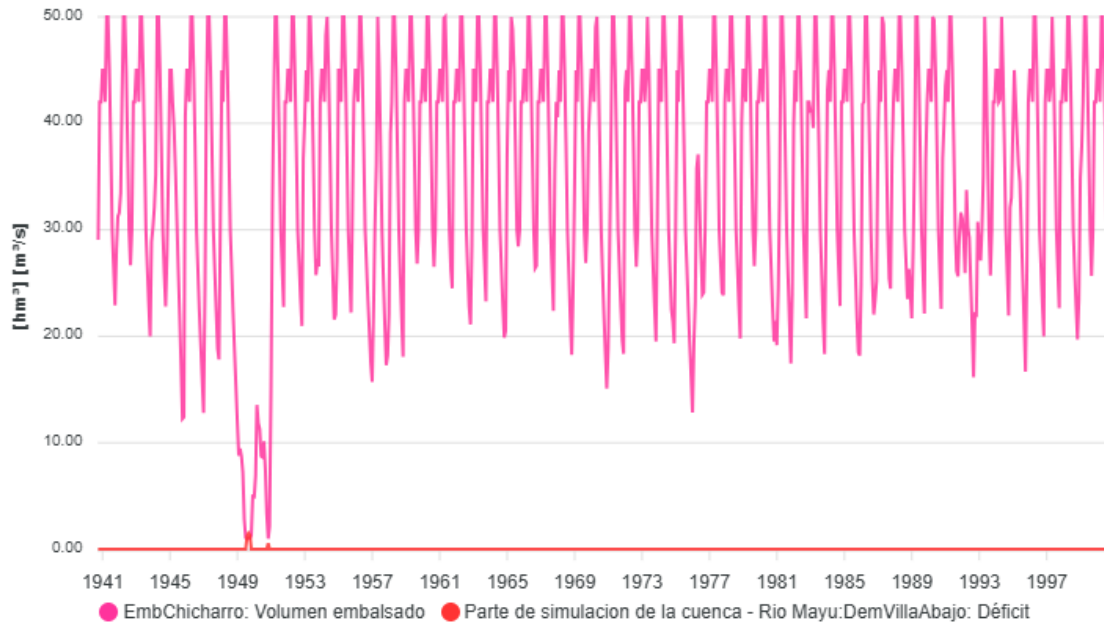


Figura 28: Volumen embalsado y demanda VillaAbajo en la simulación con suministro solo a esta demanda.

Otro resultado de interés puede verse en el "informe resumen" para la demanda VillaAbajo, en el que se presentan los resultados de garantía que se muestra en la Figura 29, donde puede verse que la demanda tiene un déficit máximo de 7.21 hm³ en dos meses consecutivos (entre otros).

0. DemVillaAbajo	. Volumen demanda:	55,89 hm ³ /año
Garantía volumétrica:		99.6%
Garantía anual:		95.0%
Garantía mensual:		99.4%
Un mes:		3.89 hm ³ /mes
Dos meses:		7.21 hm ³ /mes
Criterio garantía IPH08 agraria (máx.def. 1, 2, 10 años):		12.7%, 18.7%, 21.3% <CUMPLE>
Criterio garantía IPH08 urbana:		<NO cumple>

Figura 29: Resultados de garantía para la demanda VillaAbajo si se anula el resto de demandas.

A la vista de estos dos resultados cabría explorar otras alternativas de gestión intermedias que permitan mantener esta garantía en la demanda urbana, pero permitiendo el uso de los recursos en las otras demandas cuando las disponibilidad de recursos sea mayor. Estos análisis se explorarán en ejercicios posteriores.