



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



AQUATOOL

EJERCICIOS CON GEOAQUATOOL.

SIMULACIÓN DE UNA REGLA DE OPERACIÓN SEGÚN LOS CRITERIOS DEL PLAN ESPECIAL DE SEQUÍAS PARA ESCASEZ COYUNTURAL.

Equipo [Aquatoool](#).

Grupo de Ingeniería de Recursos Hídricos

[IIAMA](#)

[UPV](#)

Febrero de 2025

Resumen

En este texto se parte de un modelo desarrollado en AquaTool+ en el cual se simulaba una versión aproximada de las reglas de operación tipo PES. En la descripción del caso de estudio puede verse. En primer lugar, cómo se adapta aquel formato de reglas de operación al nuevo planteamiento de "Indicadores" + "Reglas de operación". Y en segundo lugar cómo configurar un indicador tipo PES para el mismo sistema y sus reglas de operación correspondientes para la simulación de la gestión del sistema.

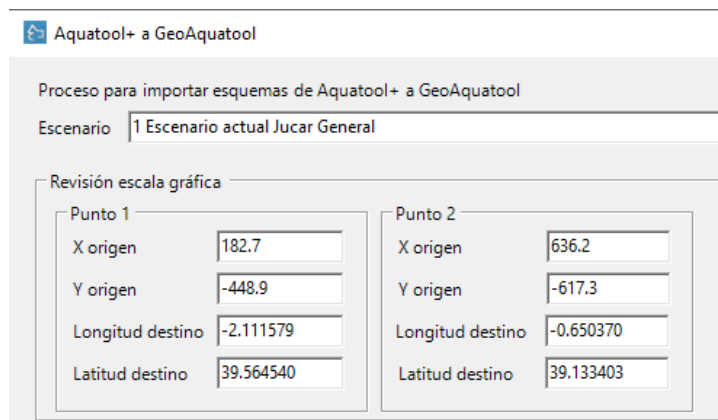
1. Contenido

Resumen.....	1
1. Contenido.....	1
2. Caso de estudio.....	2
3. Diseño de un indicador tipo PES para escasez coyuntural.....	5
4. Resumen y discusión de resultados.....	9

2. Caso de estudio.

Para este ejercicio se ha importado desde AquaTool+ un modelo simplificado del río Júcar que fue desarrollado en la tesis doctoral de Suárez Almiñana, Sara. (2021). Para aquel modelo, las reglas de operación del PES fueron reducidas al componente basado en las reservas del sistema (suma de reservas en Alarcón más Contreras más Tous) y se aproximó una regla de operación para cada UDA imitando las asignación del PES.

El primer paso para la simulación es importar el modelo desde su versión anterior en Aquatool+. En este caso se ha obtenido las coordenadas del embalse Alarcón (punto 1) y de Tous (punto 2) para su georeferenciación. (Los datos del punto origen se obtienen abriendo el esquema original con Aquatool+ y situando el ratón sobre el punto elegido. Y los datos del punto destino se obtienen con cualquier visor geográfico que proporcione coordenadas en latitud y longitud).



Proceso para importar esquemas de Aquatool+ a GeoAquatool	
Escenario	1 Escenario actual Jucar General
Revisión escala gráfica	
Punto 1	
X origen	182.7
Y origen	-448.9
Longitud destino	-2.111579
Latitud destino	39.564540
Punto 2	
X origen	636.2
Y origen	-617.3
Longitud destino	-0.650370
Latitud destino	39.133403

Figura 1: Datos utilizados para la georeferenciación del modelo Júcar desarrollado en Aquatool+ en el proceso de importación al modelo GeoAquaTool.



Figura 2: Esquema simplificado del río Júcar utilizado para la simulación. Imagen obtenida con el modelo GeoAquaTool tras importar el modelo desde AquaTool+.

En GeoAquaTool las reglas de operación previas se transforman en dos elementos cada una y su asignación:

1. Un "indicador" consistente en la suma de los volúmenes simulados en los 3 embalses.
2. Una "regla de operación" basada en el indicador anterior que establece la asignación de la demanda para la que se ha diseñado como un porcentaje de su asignación base.
3. La asignación de la regla de operación en la demanda correspondiente.

Bajo el nuevo diseño, todos los indicadores son iguales, por lo que podría eliminarse dos de ellos dejando uno solo que sería utilizado por las tres reglas de operación. En la siguiente figura se muestra los tres indicadores manejados en el modelo antiguo para aproximar las reglas de operación del PES. Puesto que son iguales, se puede eliminar dos manteniendo el mismo diseño del modelo que en la versión anterior. En la segunda figura se muestra los datos del indicador que se ha conservado, al cual se ha cambiado el nombre para que refleje una mejor descripción de su contenido.

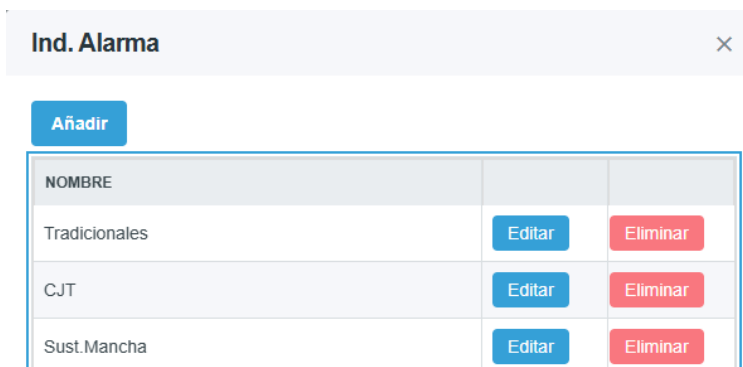


Figura 3: Listado de indicadores importados del modelo en AquaTool+

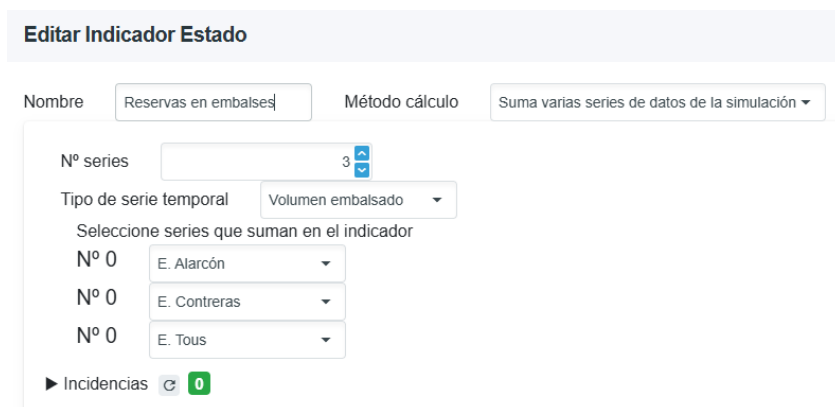


Figura 4: Edición de un indicador en GeoAquaTool.

Tras eliminar los indicadores sobrantes, es necesario acceder a las 3 reglas de operación para asignar a todas el mismo indicador "Reservas en embalses".

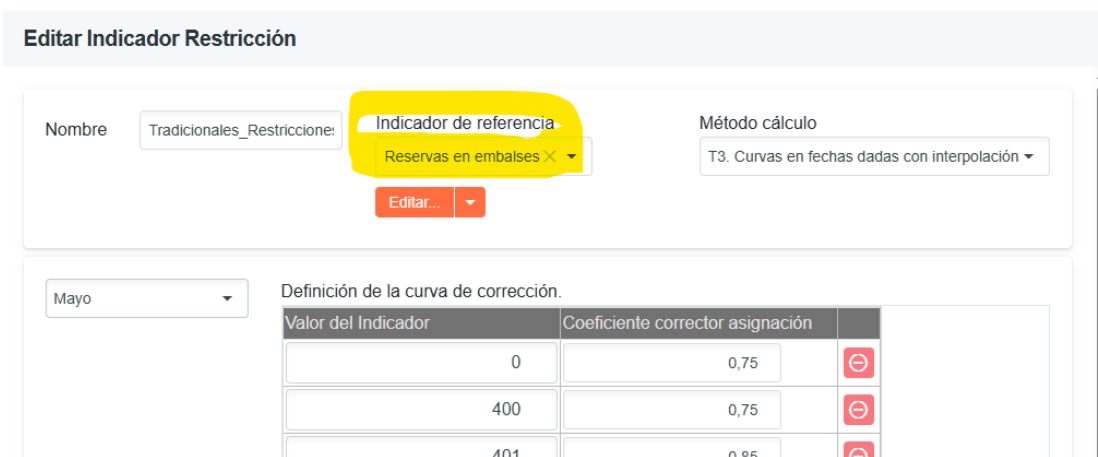


Figura 5: Edición de una regla de operación en GeoAquaTool y vinculación a su indicador de referencia.

Si se realiza la simulación del modelo en estas condiciones y se compara con los resultados de la simulación con Simges puede comprobarse que los resultados son similares, aunque no iguales. Esto puede suceder, ya que los módulos de cálculo SimGes Y AqtSim, aunque coinciden en los criterios generales de cálculo, son en realidad dos programas diferentes. El nuevo programa AqtSim comprende diversos criterios de proceso necesarios para el cambio de escala, que no se encontraban en SimGes.

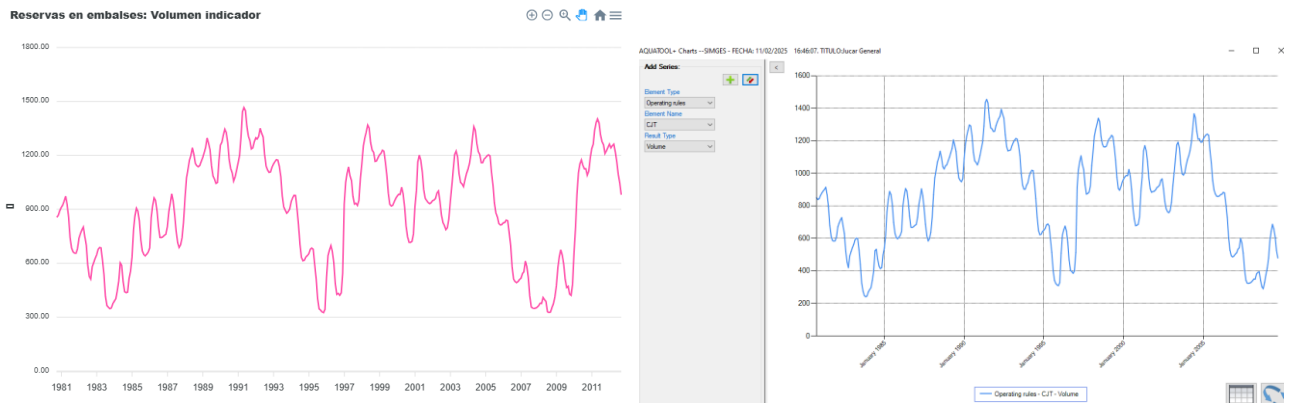


Figura 6: Resultados del indicador reservas en el sistema calculado con AqtSim y con Simges.

3. Diseño de un indicador tipo PES para escasez coyuntural.

El indicador definido en el PES para reducir las asignaciones en sequía incluye más información aparte de las reservas en embalses. En la tabla siguiente se recoge los indicadores que componen el indicador general de Júcar (con sus valores publicados para enero de 2025 en el informe de seguimiento de la sequía y escasez). Estos indicadores comprenden datos de piezómetros, pluviómetros, aforos y embalses. Aunque solo 3 de ellos suman el 79% del indicador. De estos indicadores, el modelo solo simula el ya descrito VE07 que aporta el 36% de la información al indicador.

la simplificación adoptada anteriormente es razonable a este nivel de detalle en la simulación, ya que el resto de parámetros tienen poca o ninguna relación con la gestión del sistema en situación de escasez. Quedaría menos justificado en el caso del análisis de escenarios de cambio climático.

Cód. indicador	Nombre Indicador	UTE	Valor indicador	Coefficiente	Valor del IEE
EA03	Estación foronómica 08032 Cuenca	Júcar	0.42	0.23	0,66
EA04	Estación foronómica 08090 Pajaroncillo		0.74	0.2	
PZ11	Piezómetro 08.24.005 Utiel		0.72	0.03	
EA05	Estación foronómica 08138 Balazote		0.15	0.03	
EA06	Estaciones foronómicas 08144 y 08036		0.12	0.03	
PZ12	Piezómetro 08.29.053 Cenizate		0.33	0.03	
VE06	Volumen embalsado en Forata		0.91	0.03	
PL03	Pluviómetros Embalse de Tous		0.52	0.03	
VE07	Volumen embalsado en Alarcón, Contreras y Tous		0.87	0.36	
PZ13	Piezómetro 08.28.007 Montesa		0.54	0.03	

Figura 7: Indicadores utilizados en la UTE Júcar junto con sus coeficientes de ponderación y los valores presentados en el Informe de Seguimiento de Enero de 2025.

Aunque algunos indicadores se consideren invariantes entre los diferentes escenarios analizados, sí sería conveniente incluir en el modelo la información de los mismos, para tener una simulación de la gestión del sistema más próxima a la establecida por el PES.

GeoAquaTool permite combinar parámetros de diferentes orígenes en la composición de un indicador. Incluso obtener su valor dentro del rango estandarizado que establece el PES.

A continuación se construirá en GeoAquaTool un indicador basado en los anteriores indicadores.

En primer lugar, para los parámetros no modelados, GeoAquaTool permite la entrada de series de datos que serán utilizadas directamente en los indicadores como datos que suman en el cálculo del indicador. Puesto que la operación realizada en el cálculo del indicador general de la UTE Júcar es lineal, lo más sencillo sería obtener previamente un único parámetro combinado con todos aquellos datos no incluidos en la modelación. Aunque el programa permite la entrada de cada uno de ellos. En este caso, se ha optado por agregar los parámetros: EA03, EA04, PZ11, EA05, EA06, PZ12, VE06, PL03 y PZ13. (Se podría considerar separar los parámetros EA03 y EA04 sustituyéndolos por los datos de caudal de entrada en Alarcón y contreras, por corresponderse conceptualmente con este dato. Pero, puesto que no se va a considerar variaciones climáticas, esto no tiene utilidad). La agregación de estos parámetros se obtiene sumando mes a mes el producto de cada valor por su peso, y dividiendo el resultado entre la suma de los pesos (0.64). El resultado puede verse en la figura siguiente.

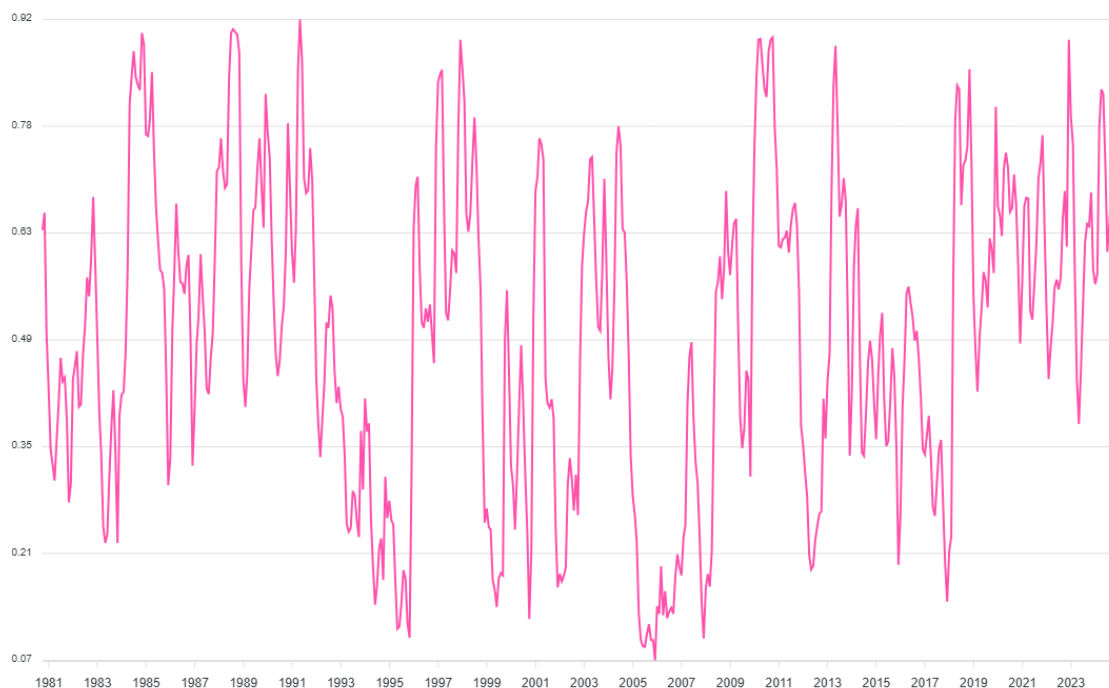


Figura 8: Serie histórica de indicador parcial compuesto por todos los parámetros definidos para la UTE Júcar a excepción del volumen en los principales embalses de regulación (VE07). (Calculado con datos obtenidos del informe de seguimiento del PES de enero de 2025).

El resultado de este cálculo se incluye como "Serie de datos para indicador" como se refleja en la figura.

Indicador

Regla de operación

Serie de datos para indicador

Resto parámetros UTE Júcar

Serie de datos para indicador

Serie mensual

Año	Mes	Valor
1980	10	0,638
1980	11	0,661
1980	12	0,5
1981	1	0,428
1981	2	0,346
1981	3	0,327
1981	4	0,305
1981	5	0,357
1981	6	0,408

Figura 9: Entrada de datos externos a la simulación para su uso en el cálculo de indicadores.

Una vez se ha incluido la serie de datos externa en el modelo se puede definir el nuevo indicador combinando este agregado de 9 parámetros con el décimo parámetro (VE07) que consiste en la suma de reservas en Alarcón, Contreras y Tous. El cual ya se tiene calculado en el modelo mediante el indicador "Reservas en embalses".

Para este parámetro será necesario además incluir los datos para su estandarización al rango [0,1]. Esto requiere los parámetros de media, mínimo

y máximo según la formulación definida. Para los que se ha calculado los valores 475, 239 y 1060 (hm³) respectivamente.

Editar Indicador Estado

Nombre Método cálculo

Nº series

1

2

Tipo de serie temporal Nº 1

Indicador estado

Factor ponderación de la serie

Estacionarizar

Serie mensual valores medios		Serie mensual de desviación estándar	
Mes	Valor	Mes	Valor
Enero	538,59	Enero	271,01
Febrero	585,83	Febrero	277,32
Marzo	627,38	Marzo	289,2
Abril	654,08	Abril	297,75
Mayo	638,62	Mayo	304,4
Junio	599,1	Junio	302,99
Julio	521,16	Julio	295,62
Agosto	448,07	Agosto	283,48
Septiembre	424,46	Septiembre	275,83
Octubre	422,01	Octubre	269,28
Noviembre	438,42	Noviembre	266,66
Diciembre	476,94	Diciembre	270,18

UTE. Media máximo mínimo

1

2

Tipo de serie temporal Nº 2

Serie de datos para indicador

Factor ponderación de la serie

Figura 10: Datos para el cálculo en el modelo del indicador de estado del PES.

Una vez definido el indicador, se puede modificar las reglas de operación que modifican las asignaciones en función de este indicador. En la figura siguiente se muestra los datos definidos para un caso.

Editar Indicador Restricción

Nombre Indicador de referencia

Definición de asignaciones por estados [hm³/periodo] tipo de dato Coeficiente corrector Asignación

Estado 0	Coeficiente corrector
Emergencia	0,75
Prealerta	0,8
Alerta	0,85
Normalidad	1

Figura 11: Datos para la simulación de una regla de operación basada en el indicador de estado del PES.

Definido el indicador se puede realizar la simulación y el modelo proporcionará la serie temporal calculada para el mismo como resultado de la

gestión definida en el escenario de cálculo. En la figura siguiente puede verse los resultados obtenidos en comparación con la serie histórica del mismo. En la simulación el indicador no alcanza los valores mínimos del periodo histórico porque el escenario simulado corresponde a unas condiciones recientes, en que se han aplicado diversas medidas para la reducción de la presión sobre el sistema. Puede apreciarse también como los resultados para los últimos años simulados se aproximan mucho al dato histórico debido a que el escenario simulado también es más próximo a la realidad en ese periodo.

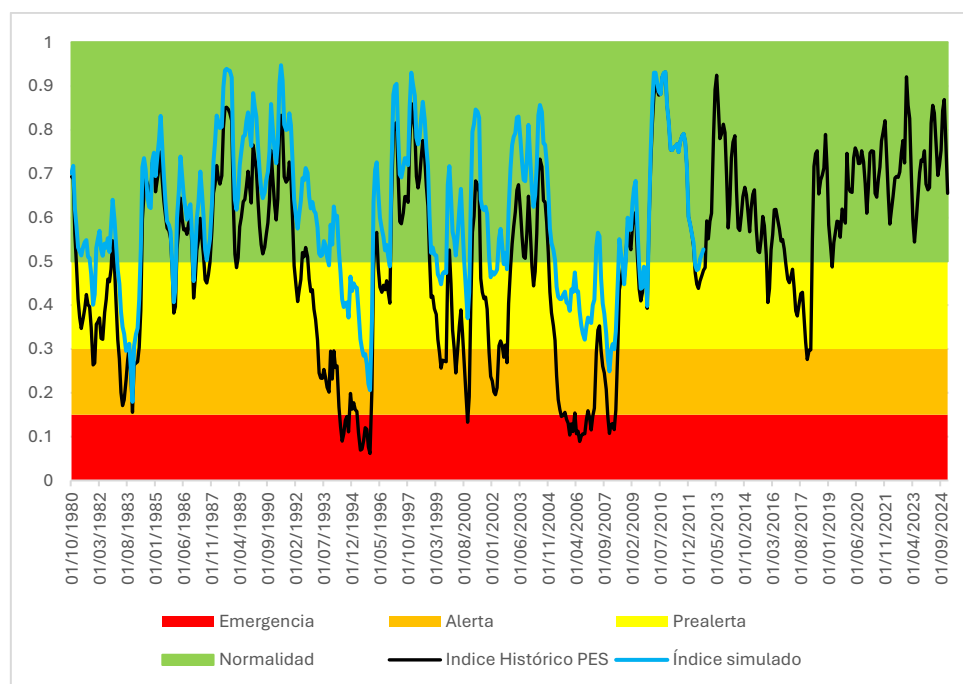


Figura 12: Comparación del cálculo del indicador PES para la UTE Júcar con sus valores históricos.

4. Resumen y discusión de resultados.

En este texto se presenta una manera simplificada de obtener un indicador de estado del sistema según el método establecido para los Planes Especiales de Sequía. En este caso se ha simplificado los datos que componen el indicador por tratarse de un esquema simplificado de la cuenca. Pero a medida que un esquema es más detallado, el programa permitiría aumentar el detalle de los indicadores.

El programa permite el uso de datos simulados obtenidos de embalses, aportaciones y parámetros de control en acuíferos. Además permite la entrada de cualquier serie de datos adicional no vinculada al modelo.

Solo hay una componente del indicador que no puede ser modelada en el programa, que es lo relativo a las condiciones de permanencia en un estado

antes de cambiar a otro. Sin embargo, este detalle parece poco significativo para un análisis de la gestión a largo plazo como es este caso.

El modelo también permitiría la simulación del sistema en una escala de tiempo inferior al mes incluso con solo datos mensuales. Aunque podría proporcionar más información de utilidad cuanto más datos se adecúen a la escala temporal de cálculo.