

AQUIFER PROJECT: “Innovative instruments for an integrated management of groundwater in a context of an increasing scarcity of hydrological resources”

PRODUCTO DEL PROYECTO:

P2.1. “MODELO HIDROGEOLÓGICO PILOTO EN ZONA SUDOE” (Campo de Cartagena)

Date: 19/05/2023

Documento elaborado por el Beneficiario Principal



CONTENIDO

1. Introducción	2
2. Fases	4
Recopilación y análisis de la información	4
Modelo conceptual	4
Modelo numérico	5
3. Resultados	6

1. Introducción

El proyecto Interreg Sudoe AQUIFER titulado "Herramientas innovadoras para la integración de las aguas subterráneas en un contexto de creciente escasez de recursos hídricos", está financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco del programa Interreg SUDOE V (2014-2020). Su principal objetivo es capitalizar, probar, difundir y transferir prácticas innovadoras para la preservación, el seguimiento y la gestión integrada de los acuíferos que sean útiles a la hora de tomar decisiones sobre la gestión de los recursos hídricos subterráneos. Para lograr este objetivo, el proyecto se divide en 4 grupos de tareas específicas que agrupan 15 tareas concretas con 25 entregables y 10 productos.

La presente memoria constituye el **producto 2.1 “Modelo hidrogeológico piloto en zona SUDOE”**.

El principal objetivo del presente trabajo es avanzar en el conocimiento de la hidrodinámica de un acuífero desarrollando un modelo matemático de flujo subterráneo que suponga una mejora del conocimiento, incorporando toda la información hidrogeológica disponible y actualizada, para optimar el modelo conceptual y calibrarlo, de manera que permita reproducir el comportamiento piezométrico del acuífero a largo plazo. Para proporcionar una herramienta de apoyo al proceso de tomas de decisiones, al posibilitar simulaciones ante diferentes escenarios.

Se ha seleccionado como piloto el acuífero Cuaternario del Campo de Cartagena al considerarse paradigmático a nivel de la zona SUDOE por la multitud de problemáticas que confluyen, entre ellas, los problemas de escasez y el deterioro de la calidad de las aguas y los ecosistemas relacionados. El modelo se ha desarrollado para 100 años para cubrir todos los contextos posibles, partir de un régimen natural, un acuífero sobreexplotado y un acuífero en recuperación, así como, diferentes condiciones climáticas.

Se ha optado para este propósito por el software MODFLOW con la interfaz gráfica Groundwater Vistas versión 8.23 (GWV8), por ser uno de los códigos comerciales más utilizados y testados para la modelación de flujo y transporte de aguas subterráneas.

En el caso del acuífero Cuaternario del Campo de Cartagena ya existían modelos previos, por lo que, con éste, gracias a la incorporación de nuevos datos y a la correspondiente calibración se logra una mejora sobre los modelos previos, asumiendo que cada uno de ellos, incluido el presente, tiene sus debilidades y fortalezas.

Este documento ha sido desarrollado bajo la dirección de Dr. José Luis García Aróstegui, científico titular del CN IGME-CSIC y responsable del proyecto.

2. Fases

En los siguientes puntos se enumeran las fases que se han seguido para el desarrollo del modelo matemático de flujo.

RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- Definir la geometría del acuífero cuaternario (Entregable 1.3.1. “Informe y bases de datos de estudio hidrogeológico básico” y Producto 1.2 “Bases de datos hidrogeológicos”).
- Establecer los parámetros hidráulicos en el acuífero (Entregable 1.3.1. “Informe y bases de datos de estudio hidrogeológico básico” y Producto 1.2 “Bases de datos hidrogeológicos”).
- Cuantificar la recarga al acuífero (Entregable 1.3.2 “Informe metodológico sobre la evaluación de la recarga por métodos satelitales”).
- Estimar las extracciones (Entregable 1.3.1. “Informe y bases de datos de estudio hidrogeológico básico” y Producto 1.2 “Bases de datos hidrogeológicos”).
- Reconstruir la evolución piezométrica del acuífero desde el régimen natural hasta la actualidad (Entregable 2.1.1 Informe y modelo hidrogeológico del Campo de Cartagena-Mar Menor).

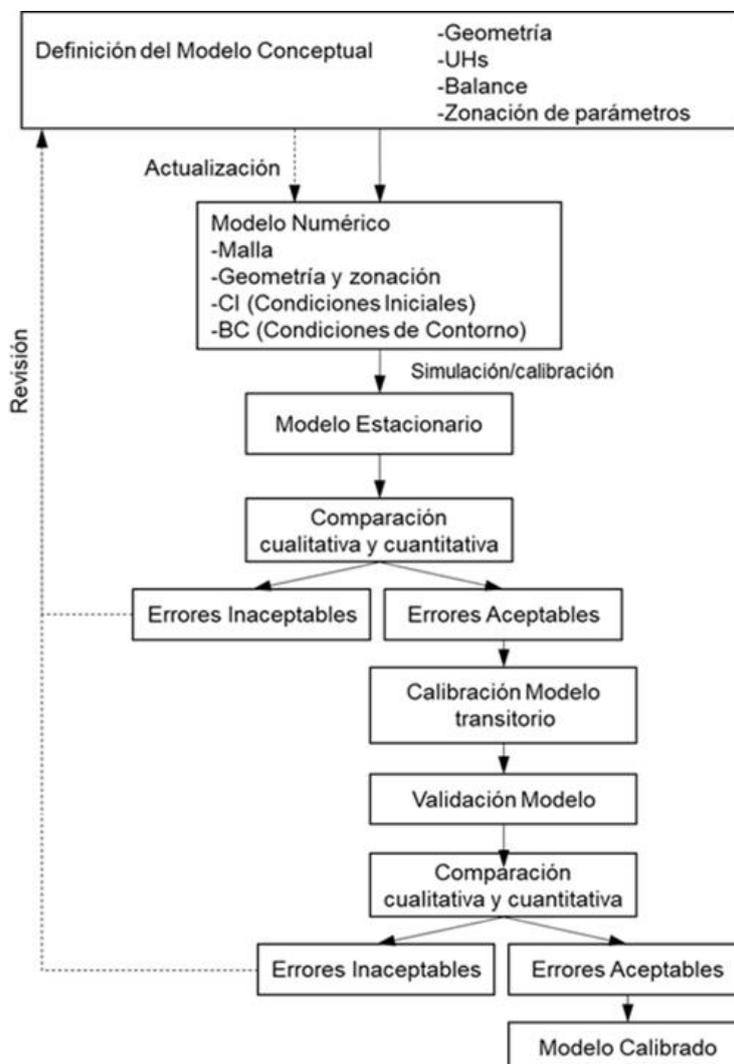
MODELO CONCEPTUAL

El modelo conceptual ha partido de las siguientes consideraciones (más información en el Entregable 2.1.1 “Informe y modelo hidrogeológico del Campo de Cartagena-Mar Menor”):

- Se ha modelado el acuífero cuaternario y pliocuaternario, en el sector sur, conectados a la laguna del Mar Menor, asumiendo una desconexión con las unidades acuíferas inferiores.
- La recarga procede de la infiltración de agua de lluvia y excedentes de riego.
- Las descargas se producen hacia la laguna del Mar Menor y hacia el sur por el sector de Cartagena y por captaciones (pozos y sondeos).

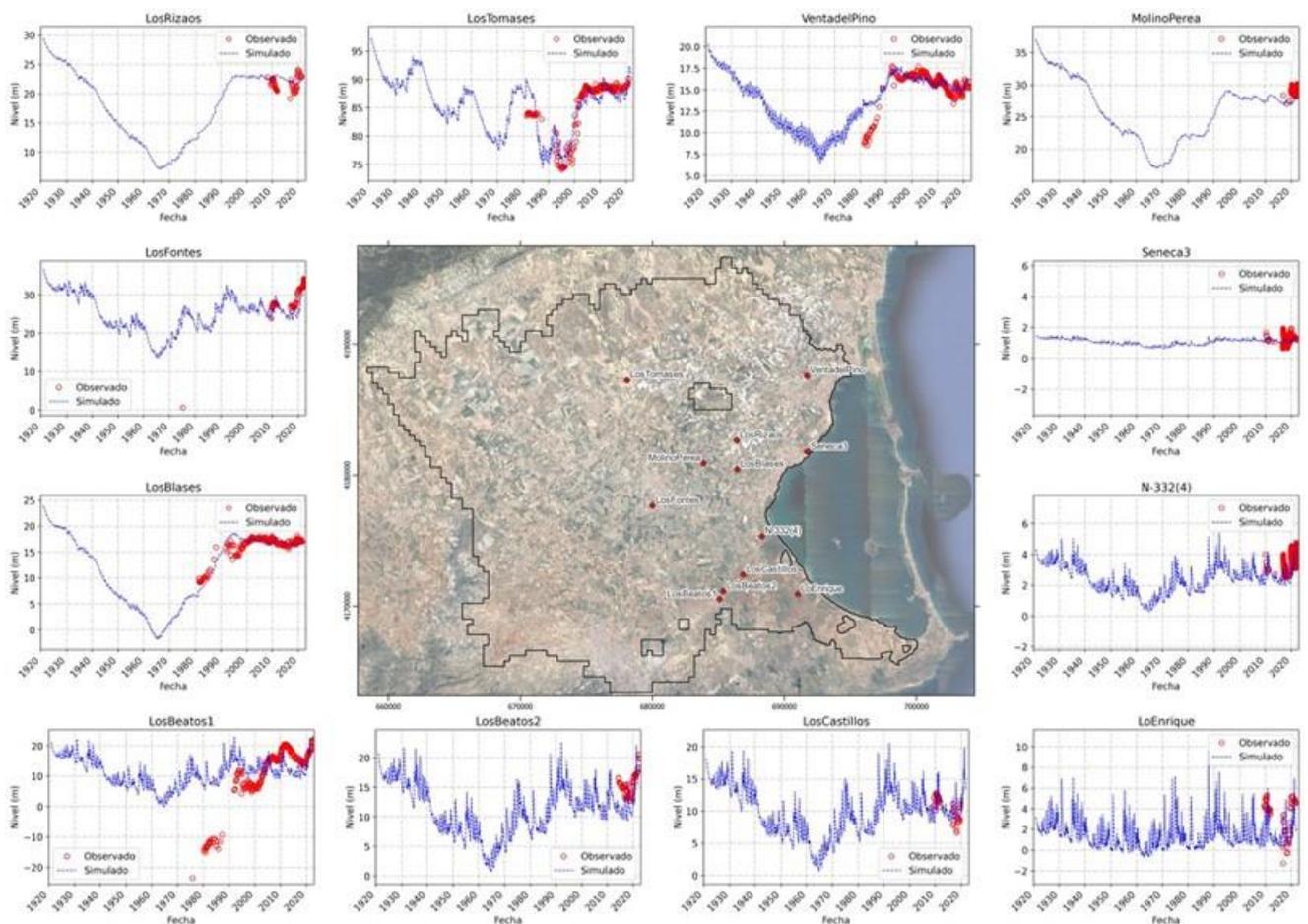
MODELO NUMÉRICO

El siguiente esquema ilustra las etapas del proceso de modelación numérica. El modelo de flujo se ha desarrollado en el software MODFLOW con la interfaz gráfica Groundwater Vistas versión 8.23 (GWV8). Para el modelo numérico, se ha empleado el motor de cálculo de MODFLOW-USG que permite el refinamiento de la malla en ciertas zonas específicas con una malla no estructural, y minimiza los errores de balance (más información en el Entregable 2.1.1 “Informe y modelo hidrogeológico del Campo de Cartagena-Mar Menor”).



3. Resultados

El modelo reproduce satisfactoriamente las medidas de nivel, quedando todos los puntos de observación medidas y simulados alineados con ajustes perfectos. Tal y como se muestra en la siguiente figura con la evolución temporal de los niveles medidos y calculados desde 1920 a 2020 para algunos pozos de observación.



Al respecto de la piezometría, en general, existe concordancia entre el modelo conceptual y la distribución de isopiezas obtenida por el modelo numérico, que reproduce un flujo preferente oeste-este con descarga hacia la laguna con mayor potencial hidráulico en las zonas más elevadas del sector, disminuyendo a medida que la topografía alcanza cotas más bajas. Para la simulación en régimen estacionario, año 1920 y para el último periodo de simulación, correspondiente a diciembre del año 2020, en ambas piezometrías se observan mayores cotas en el sector central y hacia la laguna en comparación con la situación de la década de 1960, década donde la extracción en el acuífero Cuaternario era máxima, lo cual indujo un descenso de niveles generalizado en toda la zona central de la cuenca, con niveles muy bajos e incluso negativos en ciertos sectores cercanos a la franja costera. En dicho periodo el descenso generalizado de niveles provocó problemas de intrusión marina en el acuífero.

El balance hídrico contempla como entrada al sistema la infiltración de lluvia y excedentes de riego. La recarga promedio resultante para todo el periodo simulado de 1920 a 2020 se ha estimado en 72 hm³/año. Las salidas las constituyen principalmente la descarga al Mar Menor con un promedio de 34 hm³/año y las extracciones por bombeo con un promedio para toda la serie de 31 hm³/año. Finalmente, existe una pequeña descarga hacia Cartagena de unos 8 hm³/año. Sin embargo, cabe destacar que la descarga al Mar Menor puede ser menor que la obtenida debido a que no se ha considerado en la modelación la transferencia de agua subterránea del acuífero Cuaternario hacia los acuíferos inferiores, aunque ésta sólo se produciría en la parte norte y se estima reducida.

Desde el comienzo de la simulación, la variación del almacenamiento resultante es negativa, siendo la descarga del sistema hacia el Mar Menor y la extracción del Cuaternario superior a la recarga. En la década de 1980 la recarga aumenta y disminuyen los bombeos obteniendo una variación del almacenamiento positiva. Hacia el final de la simulación, la recarga y la extracción del acuífero disminuyen, resultando una variación del almacenamiento cercana a 0. Sin embargo, la evolución de los niveles indica que, aunque el acuífero se está recuperando, al final de la simulación no ha alcanzado la situación de equilibrio natural similar a la que había antes de 1920.

Los parámetros calibrados son coherentes con los antecedentes y modelos previos, obteniendo patrones similares tanto en la distribución de la permeabilidad como en el almacenamiento o porosidad drenable. Por otro lado, el proceso de calibración arroja en ciertos sectores valores elevados de permeabilidad que pueden indicar errores en la geometría (espesor infravalorado), singularmente en la parte sur.

La distribución de velocidades obtenidas para el último paso de tiempo de la simulación muestra velocidades menores en el sector central y norte del sistema, con valores entre 0,3 y 1,5 m/día. Coherente con los antecedentes, existe una zona de flujo preferencial con mayores velocidades en el sector sur hacia la franja costera al sur de la rambla del Albuñón.

Una vez calibrado el modelo numérico, se ha realizado una simulación de transporte de partículas para evaluar los tiempos de tránsito desde la zona central y norte al Mar Menor. Las partículas presentan unos tiempos de tránsito variables hasta alcanzar el contorno del Mar Menor, con valores entre 35 años al norte del sistema hasta 225 y 130 años hacia el sector sur. Existe una trayectoria de mayor velocidad en la franja central costera con tiempos de tránsito de aproximadamente 15 años.