

Asistencia Técnica "Mejora de Herramientas Informática desarrolladas para el mantenimiento informático de la base de datos de AGUAS del IGME y diseño de las aplicaciones de explotación"

Título del Informe	HERRAMIENTAS DE EXPLOTACIÓN DE LA BASE DE DATOS AGUASXXI
Fecha	Julio de 2003

 Instituto Geológico y Minero de España

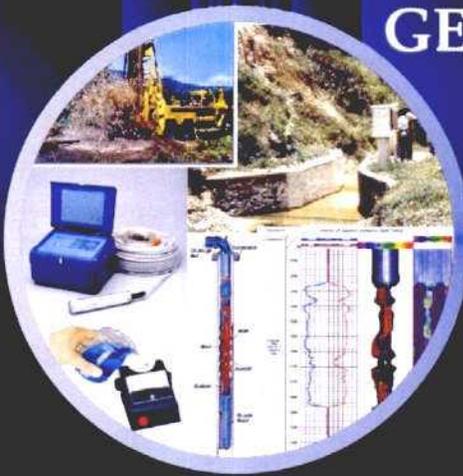


GESDAGUAS v 2.0

Aplicación Informática para la Gestión de la Base de Datos Hidrogeológica AGUAS XXI

Esta aplicación es para uso exclusivo del IGME, cualquier otra utilización necesita la autorización expresa

Esta herramienta informática es propiedad del Instituto Geológico y Minero de España Organismo Público de Investigación (OPI), creado en 1849 y encuadrado en el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de la Secretaría de Política Científica





INFORME	Identificación: H4-003-03
	Fecha: 20-07-2003
TÍTULO HERRAMIENTAS DE EXPLOTACIÓN DE LA BASE DE DATOS AGUAS XXI	
PROYECTO MEJORA DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DESARROLLADAS PARA EL MANTENIMIENTO INFORMÁTICO DE LA BASE DE DATOS AGUAS DEL IGME Y DISEÑO DE LAS APLICACIONES DE EXPLOTACIÓN	
RESUMEN	
<p>La Base Aguas XXI constituye la nueva base documental de que disponen las Oficinas de Proyectos del IGME para la gestión informática de la información hidrogeológica asociada al Inventario Nacional de Puntos de Aguas del IGME. Para el mantenimiento y explotación de la Base de Datos AGUASXXI se ha desarrollado una aplicación sobre Visual Basic, denominada GESDAGUAS. Hasta la fecha, GESDAGUAS dispone, fundamentalmente, de herramientas de mantenimiento de la Base de Datos AGUASXXI, siendo necesario desarrollar las herramientas de explotación que permitan a las Oficinas de Proyectos del IGME realizar informes hidrogeológicos.</p> <p>Para ello, en este documento, se plantea el desarrollo de dos tipos de herramientas de explotación: básicas y avanzadas. Las Herramientas de Explotación Básicas pretenden presentar la información contenida en la Base de Datos AGUASXXI mediante gráficos y consultas que faciliten la interpretación hidrogeológica de los datos. Las Herramientas de Explotación Avanzadas tienen por objetivo permitir la conexión de la Base de datos AGUASXXI a aplicaciones específicas utilizadas para el análisis, interpretación y presentación de datos hidrogeológicos. Estas aplicaciones pueden corresponder a paquetes comerciales o a herramientas específicas desarrolladas o en vías de desarrollo por el IGME.</p>	
HERRAMIENTAS BÁSICAS DE EXPLOTACIÓN	
<p>Las herramientas de Explotación Básicas permitirán disponer de herramientas asociadas a la interpretación de datos de calidad, piezometría, intrusión, hidrometría y extracciones. Además, se constituirán consultas específicas de la información contenida en AGUASXXI que permitan la presentación de los datos mediante tablas y listados. Por tanto, estas herramientas básicas serán de dos tipos: Gráficos y Listados o Tablas.</p> <p>De tal manera que en la aplicación GESDAGUAS se incluirán en el menú contextual dos nuevos títulos (Gráficos y Listados/Tablas), donde se incluirán accesos a las herramientas de explotación que se especifican en los párrafos subsiguientes.</p>	
(sigue en la otra cara)	

Los gráficos, una vez sean visualizados en pantalla, podrán ser impresos o exportados mediante ficheros de imagen. En todos los gráficos, las líneas informarán sobre la continuidad de la serie, así cuando dos elementos o valores representados sean sucesivos en el tiempo se unirán mediante línea continua, cuando esto no suceda así y entre ambos puntos existan lagunas de información, éstos se unirán mediante línea discontinua.

Los listados o Tablas, una vez visualizados en pantalla podrán ser impresos o exportados mediante fichero de texto delimitado fichero de hoja de cálculo (excel).

HERRAMIENTAS DE EXPLOTACIÓN AVANZADAS

Las herramientas de explotación avanzadas se consideran de dos categorías:

- Aquellas que permiten la conexión a programas específicos (software técnico comercial) que utiliza el IGME para los estudios hidrogeológicos.
- Aquellas que permiten la conexión con aplicaciones específicas desarrolladas por el IGME.

Programas específicos

El IGME utiliza una serie de programas comerciales para la explotación de los datos hidrogeológicos. El tratamiento específico que pueden desarrollar estos programas no tiene sentido que sea sustituido mediante una herramienta desarrollada bajo GesdAguas, por tanto se plantea la posibilidad de conectar estos programas comerciales a la Base de Datos AGUASXXI a través de GesdAguas. Para ello GesdAguas deberá generar ficheros de datos compatibles con las entradas a estos programas. Para la generación de los ficheros de datos, GesdAguas debe permitir al usuario realizar consultas específicas sobre la Base de Datos AGUASXXI mediante la interposición de filtros.

Conexión a aplicaciones desarrolladas por el IGME

Junto con los programas comerciales utilizados por el IGME para la interpretación de datos hidrogeológicos, existen otras herramientas que han sido desarrolladas por el IGME o están siéndolo en este momento. Considerando las herramientas desarrolladas por el IGME presenta un gran interés la conexión de la Base de Datos AGUAS XXI a las siguientes aplicaciones: HIDROBAS (programa para el tratamiento de series de datos climatológicos) y SIAS (Sistema de Información Geográfica de Aguas Subterráneas).

Revisión

Nombre: Juan Antonio López Geta

Unidad: Hidrogeología y Aguas Subterráneas

Fecha: 20-07-2003

Autores: Juan Antonio Navarro Iañez (AURENSA)
José María Pernía Llera (IGME)
Miguel Abolafia de Llanos (IGME)

Responsable: José María Pernía Llera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. HERRAMIENTAS BÁSICAS DE EXPLOTACIÓN	2
2.1 Explotación de Datos de Calidad	2
2.1.1 Gráficos de Calidad	3
2.1.2 Listados y Tablas de Calidad	17
2.2 Explotación de Datos de Intrusión	25
2.2.1 Gráficos de Intrusión	25
2.2.2 Listados y Tablas de Intrusión	31
2.3 Explotación de datos de Hidrometría	35
2.3.1 Gráficos de aforos	35
2.3.2 Listados y Tablas de Aforos	43
2.4 Explotación de datos de Extracciones	46
2.4.1 Gráficos de evolución de extracciones	46
2.4.2 Gráfico de tendencias históricas	49
2.4.3 Listados y Tablas de datos de extracciones	51
2.5 Explotación de datos de Piezometría	54
2.5.1 Gráficos de Piezometría	55
2.5.2 Listados de datos piezométricos	70
2.6 Consultas de datos del Maestro	75
2.6.1 Tablas de Datos	75
2.6.2 Listados Estadísticos	76
2.7 Explotación datos Columnas Litológicas	77
2.8 Herramienta de carga de datos del INM	78
2.9 Herramienta para carga de datos del Laboratorio del IGME	78
3. HERRAMIENTAS EXPLOTACIÓN AVANZADAS	79
3.1 Herramientas de conexión a programas específicos	79
3.1.1 Conexión a Surfer	79
3.1.2 Conexión con AQUACHEM	81
3.1.3 Conexión con PHREEQ-C	82
3.1.4 Conexión con AquiferTest	82
3.2 Herramientas de conexión a aplicaciones desarrolladas por el IGME	83
3.2.1 Conexión con HIDROBAS	83
3.2.2 Conexión con SIAS	84

GRÁFICOS

Gráfico 1.	Diagrama de potabilidad para análisis de aguas subterráneas	5
Gráfico 2.	Diagrama Riverside (Fuente: Cánovas Cuenca, 1990)	6
Gráfico 3.	Normas L.V. Wilcox (Fuente: Cánovas Cuenca, 1990)	7
Gráfico 4.	Diagrama de Stiff modificado (Fuente: Custodio E. Y Llamas M.R., 1976).....	9
Gráfico 5.	Diagrama de Piper-Langellier (Fuente: Custodio E. Y Llamas M.R., 1976).....	10
Gráfico 6.	Diagrama de evolución de nitratos (Fuente: ITGEGRAF)	12
Gráfico 7.	Diagrama de evolución del contenido en cloruros	27
Gráfico 8.	Evolución piezométrica de un punto de la red de control del IGME (Fuente: ITGEGRAF)	56
Gráfico 9.	Imagen de Surfer	80
Gráfico 10.	Ejemplos de gráficos en AQUACHEM.....	81

Fuentes Bibliográficas de gráficos

Cánovas Cuenca, J. (1990): "Calidad agronómica de las aguas de riego". MAPA-Serv. Extensión Agraria. Ediciones Mundi-Prensa.

Custodio E. Y Llamas, M.R. (1976): "Hidrología Subterránea". Ediciones Omega.

ITEGRAF. Programa de explotación de las redes de control de las aguas subterráneas. IGME.

El presente documento engloba y sintetiza una serie de trabajos realizados por la Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas para el desarrollo de herramientas de explotación de la información hidrogeológica contenida en la Base de Datos AGUAS XXI, tanto en la sede central del **IGME** como en las oficinas de proyectos.

Los trabajos han sido realizados bajo la dirección de **José María Pernía Llera** y **Miguel Abolafia de Llanos**, con la colaboración de **Juan Antonio Navarro Iañez (AURENSA)**.

Pag.1 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

1. INTRODUCCIÓN

La Base de Datos Aguas XXI constituye la nueva base documental de que disponen las Oficinas de Proyectos del IGME para la gestión informática de la información hidrogeológica asociada al Inventario Nacional de Puntos de Agua del IGME.

Para el mantenimiento y explotación de la Base de Datos AGUASXXI se ha desarrollado una aplicación sobre Visual Basic, denominada GESDAGUAS. Hasta la fecha, GESDAGUAS dispone, fundamentalmente, de herramientas de mantenimiento de la Base de Datos AGUASXXI, siendo necesario desarrollar las herramientas de explotación que permitan a las Oficinas de Proyectos del IGME realizar informes hidrogeológicos.

Para ello, se pretenden desarrollar dos tipos de herramientas de explotación: básicas y avanzadas.

Las Herramientas de Explotación Básicas pretende presentar la información contenida en la Base de Datos AGUASXXI mediante gráficos y consultas que faciliten la interpretación hidrogeológica de los datos.

Las Herramientas de Explotación Avanzadas tienen por objetivo permitir la conexión de la Base de datos AGUASXXI a aplicaciones específicas utilizadas para el análisis, interpretación y presentación de datos hidrogeológicos. Estas aplicaciones pueden corresponder a paquetes comerciales o a herramientas específicas desarrolladas o en vías de desarrollo por el IGME.

2. HERRAMIENTAS BÁSICAS DE EXPLOTACIÓN

Las Herramientas de Explotación Básicas permitirán disponer de herramientas asociadas a la interpretación de datos de calidad, piezometría, intrusión, hidrometría y extracciones. Además, se constituirán consultas específicas de la información contenida en AGUASXXI que permitan la presentación de los datos mediante tablas y listados. Por tanto, estas herramientas básicas serán de dos tipo: Gráficos y Listados o Tablas.

De tal manera que en la aplicación GESDAGUAS se incluirán en el menú contextual dos nuevos títulos (Gráficos y Listados/Tablas), donde se incluirán accesos a las herramientas de explotación que se especifican en los párrafos subsiguientes.

Los gráficos, una vez sean visualizados en pantalla, podrán ser impresos o exportados mediante ficheros de imagen. En todos los gráficos, las líneas informarán sobre la continuidad de la serie, así cuando dos elementos o valores representados sean sucesivos en el tiempo se unirán mediante línea continúa, cuando esto no suceda así y entre ambos puntos existan lagunas de información, éstos se unirán mediante línea discontinua.

Los Listados o Tablas, una vez visualizados en pantallas podrán ser impresos o exportados mediante fichero de texto delimitado fichero de hoja de cálculo (excel).

2.1 Explotación de Datos de Calidad

Los datos de calidad existentes en la Base de Datos AGUASXXI se ubican en la tabla AGAQ y asociadas (AGAQ_ELE y AGAQ_LAB).

Estos datos corresponden a resultados de análisis efectuados sobre muestras tomadas en campañas de caracterización hidroquímica o a análisis realizados sobre muestras tomadas en las redes de control y vigilancia de la calidad de las aguas subterráneas.

Por tanto, los análisis químicos de aguas subterráneas incluidos en la Base de Datos AGUASXXI tiene un doble objetivo: caracterización hidroquímica de acuíferos y seguimiento de la calidad. Este detalle presenta especial relevancia en cuanto a las herramientas específicas que se proyectan desarrollar para la explotación de los datos de calidad.

2.1.1 Gráficos de Calidad

Los gráficos que se pretenden desarrollar para la explotación de los datos de calidad presentan dos vertientes:

- Gráficos para la interpretación de un análisis
- Gráficos para la interpretación de un conjunto de análisis

Gráficos para la interpretación de un análisis

En este caso los gráficos que se desarrollen deben permitir obtener conclusiones hidroquímicas sobre un determinado análisis respecto a la posible utilización del agua subterránea, por tanto, se tratará de gráficos que permitan interpretar la calidad según potenciales usos.

Los gráficos que se pretenden desarrollar corresponden a los siguientes:

- Diagramas de Potabilidad (Schoeller-Berkaloff)
- Diagrama de Riverside
- Diagrama de Wilcox

Diagrama de Schoeller-Berkaloff

Corresponde a un diagrama de escalas logarítmicas verticales donde aparecen los iones mayoritarios (cationes: Ca, Mg, Na, K y aniones: SO_4 , HCO_3 , Cl y NO_3) en meq/l. Estos gráficos permiten comparar un determinado análisis con los límites de potabilidad fijados por la RTS (niveles guía recomendables y niveles máximos), de tal manera que mediante la observación de este gráfico se puede concluir si el agua es potable (verifica la RTS) o no lo es, identificando que parámetro o parámetros son los causantes del problema.

Este diagrama exige incluir en la Base de Datos AGUASXXI los límites guía y máximo fijados por la RTS, de tal manera que puedan ser modificados, si la legislación se modifica, o utilizados para la representación de los diagramas de potabilidad.

Pag.4 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

El diagrama de Schoeller-Berkaloff deberá acompañarse de la identificación de la muestra (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha de toma, Número de Muestra, Naturaleza, Red de Piezometría y Laboratorio) además de ciertos datos hidroquímicos (conductividad, pH y temperatura del agua).

Diagrama de Potabilidad

El diagrama de Schoeller-Berkaloff está pensado para representar los iones mayoritarios, pero no es definitivo en la consideración de si una agua es potable o no lo es, ya que excluye del análisis otra de serie de parámetros hidroquímicos que si son recogidos por la nueva RTS (RD 140/2003).

Por ello se desarrollará un diagrama específico de potabilidad que permita la comparación de todas las especies químicas recogidas en la tabla de calidad (AGAQ y relacionadas) con los valores paramétricos fijados por la nueva RTS (nivel mínimo o máximo fijado para cada uno de los parámetros a controlar), llevando esta información a un gráfico resumen que permita una fácil interpretación.

Para ello se dispondrá de un gráfico donde estén listados todos las especies químicas, agrupadas según los conjuntos definidos en AGUASXXI y separados en dos columnas, una para Mayoritarios y Metales y otras para Específicos y Microbiológicos, de tal manera que en cada fila se disponga un parámetro químico.

Para cada especie química se establecerá el valor de referencia comparando la concentración detectada en el análisis con respecto al valor paramétrico fijado por la nueva RTS, representando este valor mediante un punto, de manera que uniendo todos los puntos se obtenga una línea gráfica que permita identificar los problemas de potabilidad.

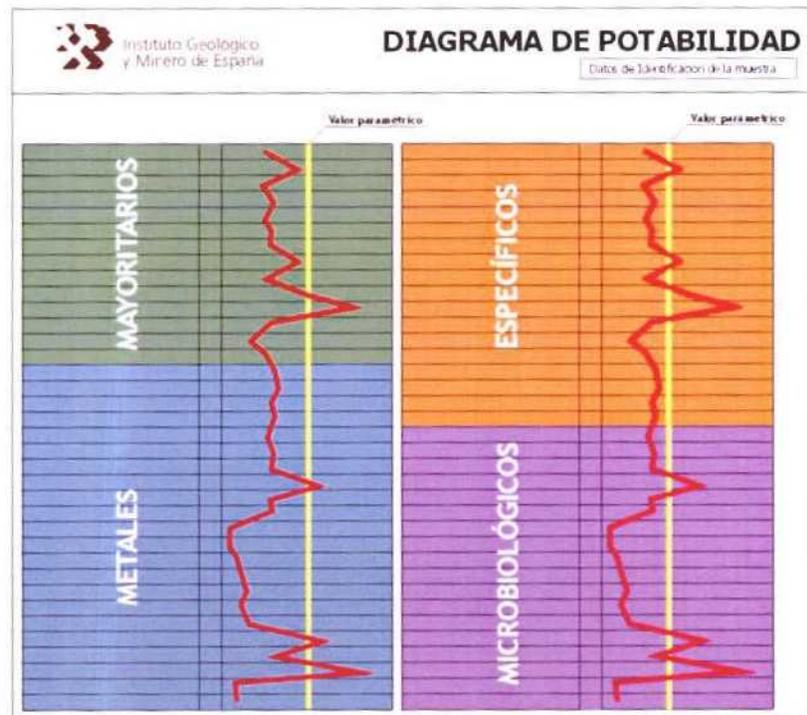


Gráfico 1. Diagrama de potabilidad para análisis de aguas subterráneas

Para representar los puntos sobre el gráfico se utilizará la siguiente formulación:

$$V_i = 25 \cdot \log(A \cdot C_i + B)$$

donde :

V_i , valor de referencia de la especie i -ésima (valor que se representa en el gráfico)

$$A = 90 / (N_{\text{máx}} - N_{\text{guía}})$$

$$B = 10 - A \cdot N_{\text{guía}}$$

$N_{\text{máx}}$, Nivel máximo de la RTS para la especie i -ésima

$N_{\text{guía}}$, Nivel guía de la RTS para la especie i -ésima

C_i , concentración de la especie i -ésima

$$\text{Si } C_i \leq -B/A, V_i = 25 \cdot C_i / N_{\text{guía}}$$

Estas formulaciones aseguran que, para cualquier especie química de las consideradas, el nivel de concentración guía fijado por RTS adquiera en la representación un valor de 25 y que la concentración máxima admisible fijada

por la RTS adquiera el valor 50. De forma que es factible una representación como la requerida.

Este diagrama de potabilidad deberá acompañarse de la identificación de la muestra (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha de toma, Número de Muestra, Naturaleza, Red de Piezometría y Laboratorio) además de ciertos datos hidroquímicos (conductividad, pH y temperatura del agua).

Diagrama de Riverside

Este gráfico permite calificar la aptitud de una muestra de agua para su uso en regadío, considerando la conductividad y el índice SAR (relación de absorción de sodio).

La herramienta a desarrollar debe calificar la muestra para su uso en riego utilizando las normas Riverside (riesgo de salinización del suelo y peligro de alcalinización del suelo) y aportar datos sobre la identificación de la muestra (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha de toma, Naturaleza, Red de Piezometría y Laboratorio).

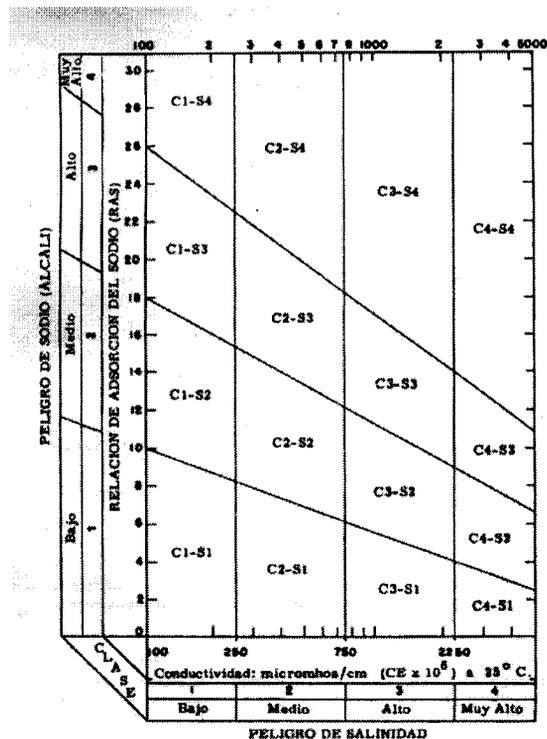


Gráfico núm. 3. Normas de Riverside. Diagrama para la clasificación de aguas de riego. (U. S. Soil Salinity Laboratory).

Diagrama de Wilcox

Este gráfico permite calificar la aptitud de una muestra de agua para su uso en regadío, considerando la conductividad y el porcentaje de contenido en sodio respecto al total de cationes.

La herramienta a desarrollar debe calificar la muestra para su uso en riego utilizando las normas Wilcox y aportar datos sobre la identificación de la muestra (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha de toma, Número de Muestra, Naturaleza, Red de Piezometría y Laboratorio).

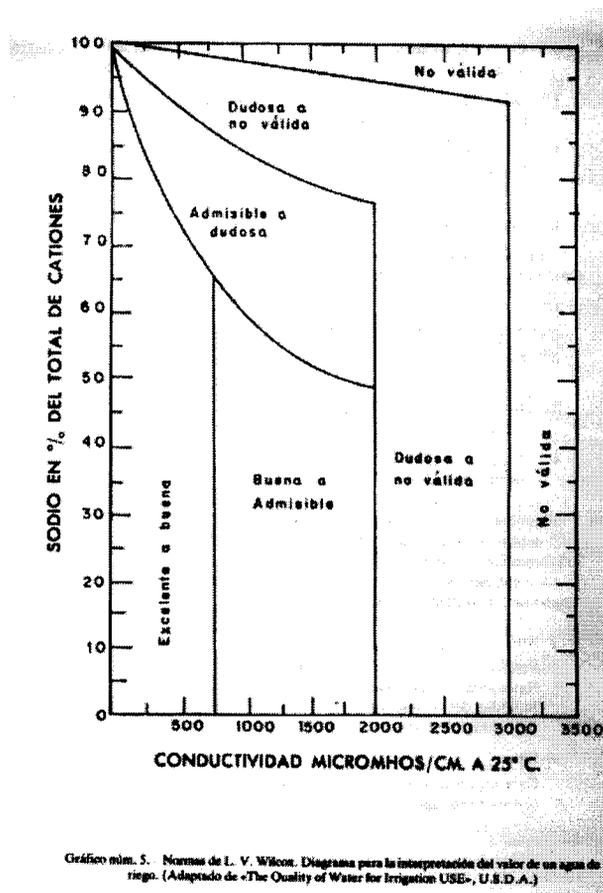


Gráfico 3. Normas L.V. Wilcox (Fuente: Canovas Cuenca, 1990)

Gráficos para la interpretación de un conjunto de análisis

En este caso los gráficos que se desarrollen deben permitir obtener conclusiones hidroquímicas sobre un conjunto de análisis que mantienen un vínculo común espacial o temporal. En estos casos el objeto del gráfico diverso: conocer la facies

hidroquímica predominante, reconocer posible evoluciones hidroquímicas o verificar variaciones temporales o estacionales.

Los gráficos que se pretenden desarrollar corresponden a los siguientes:

- Diagrama de Stiff
- Diagrama de Piper-Langellier
- Gráficos de evolución para cualquier elemento
- Gráfico de tendencias históricas a corto plazo y largo plazo
- Gráficos XY para enfrentar dos elementos (ppm o eqm)
- Gráfico de tendencias históricas a corto plazo y largo plazo

Previamente a la presentación de los gráficos, el programa GesdAguas ofrecerá al usuario la opción de seleccionar, mediante consulta, las muestras a representar. La consulta permitirá seleccionar las muestras según el sistema acuífero y/o la unidad hidrogeológica, para un determinado rango de fechas.

Diagrama de Stiff

Este diagrama permite caracterizar la facies hidroquímica de una muestra o un grupo de muestras a partir de los contenidos en los iones mayoritarios.

Aunque se trata de un diagrama que permite representar una sola muestra, la presentación de un conjunto de gráficos de esta naturaleza permite determinar la facie predominante, además de facilitar la identificación de anomalías hidroquímicas.

Este tipo de diagramas dispondrá en las líneas de la izquierda los cationes mayoritarios (Na, K, Ca y Mg) y en las líneas de la derecha los aniones mayoritarios (Cl, NO₃, HCO₃+CO₃ y SO₄), representado los contenidos iónicos en meq/l.

Para realizar los diagramas de Stiff, la herramienta a desarrollar tomará el valor máximo para cada parámetro de las muestras objeto de estudio y adaptará la longitud de las líneas de representación a estos valores, facilitando así la comparación entre muestras.

Para cada muestra, en el diagrama de Stiff se ofrecerá información sobre la identificación de la muestra (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha de toma, Número de Muestra, Naturaleza, Red de Piezometría y Laboratorio) además de ciertos datos hidroquímicos (conductividad, pH y temperatura del agua).

Además, calificará cada muestra según su facies (anión y catión predominante o más abundante) y, en conjunto, establecerá para el grupo de muestras seleccionada las tres facies predominantes, indicando porcentajes.

Cada diagrama podrá ser objeto de exportación mediante un fichero gráfico.

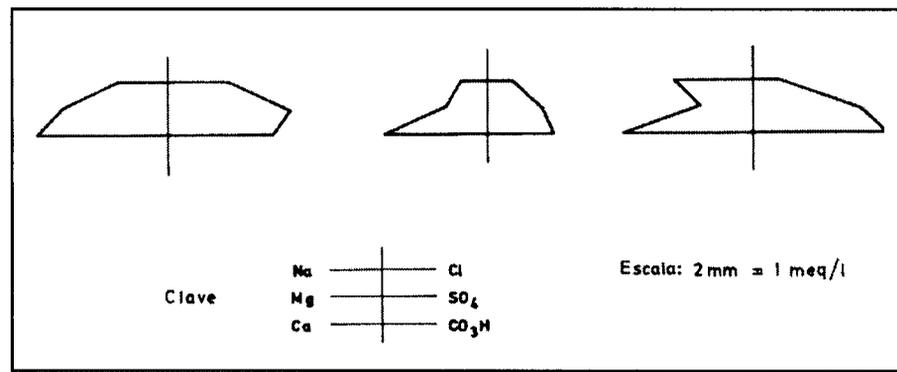


Gráfico 4. Diagrama de Stiff modificado (Fuente: Custodio E. Y Llamas M.R., 1976)

Diagrama de Piper-Langelier

Este diagrama triangular responden al estereotipo de diagrama para la representación de un conjunto de muestras. Se representan los porcentajes de los contenidos en iones mayoritarios expresados en meq/l.

Permite la caracterización de las facies hidroquímicas predominantes, el análisis de evoluciones o variaciones hidroquímicas y la detección de anomalías.

En el gráfico se podrá identificar cada muestra pinchando sobre cada punto del diagrama. Así, al pinchar se desplegará una etiqueta con la identificación de la muestra (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha de toma, Número de Muestra, Naturaleza, Conductividad y Red de Calidad).

La herramienta ofrecerá las tres facies hidroquímicas predominantes, indicando porcentaje de abundancia, sectorizando el diagrama según

bisectrices y calculando la distribución porcentual de las muestras según sectores.

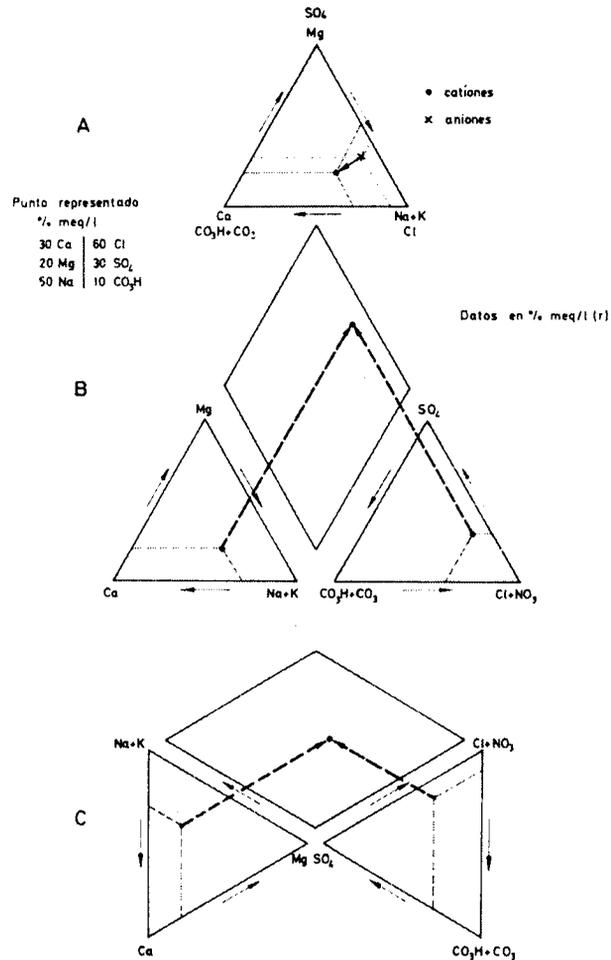


Gráfico 5. Diagrama de Piper-Langellier (Fuente: Custodio E. Y Llamas M.R., 1976)

Los puntos correspondientes a cada muestra se representarán del color correspondiente a su facie hidroquímica, apareciendo en el gráfico la correspondiente leyenda. El gráfico podrá ser exportado en un fichero.

Gráficos de evolución para cualquier elemento

Este tipo de gráficos representará series de datos hidroquímicos correspondientes a un punto de agua determinado, si éste dispone de más de

10 análisis, de tal manera que pueda considerarse una serie temporal de datos.

Este tipo de diagrama presentará tres modalidades:

Gráficos de evolución correspondiente a un determinado punto de agua

Al elegir la modalidad "Evolución un sólo NIPA", la herramienta informará al usuario de los puntos de agua que pueden ser graficados (por pasar el filtro de la consulta y disponer de más de 10 muestras analizadas), ordenados por UH o SA, según prefiera el usuario, con indicación del rango temporal que puede ser representado (fecha inicio de la serie y fecha de finalización) y el número de análisis existentes en la Base de Datos AGUASXXI.

Una vez elegido el NIPA, la herramienta mostrará los parámetros que pueden ser graficados (más de 10 datos) para que el usuario seleccione el parámetro a representar.

El gráfico responderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a las concentraciones del parámetro representado.

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin, por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de concentración (ppm o eqm).

Además, permitirá al usuario que al focalizar sobre una muestra del gráfico se le permita acceder, mediante menú desplegable, a los datos analíticos completos de esa muestra concreta o a los datos estadísticos para la serie de datos representada (mínimo, cuartiles, promedio y máximo).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: NIPA, Sistema acuífero, Unidad Hidrogeológica, Naturaleza y Red de Calidad a la que pertenece el punto.

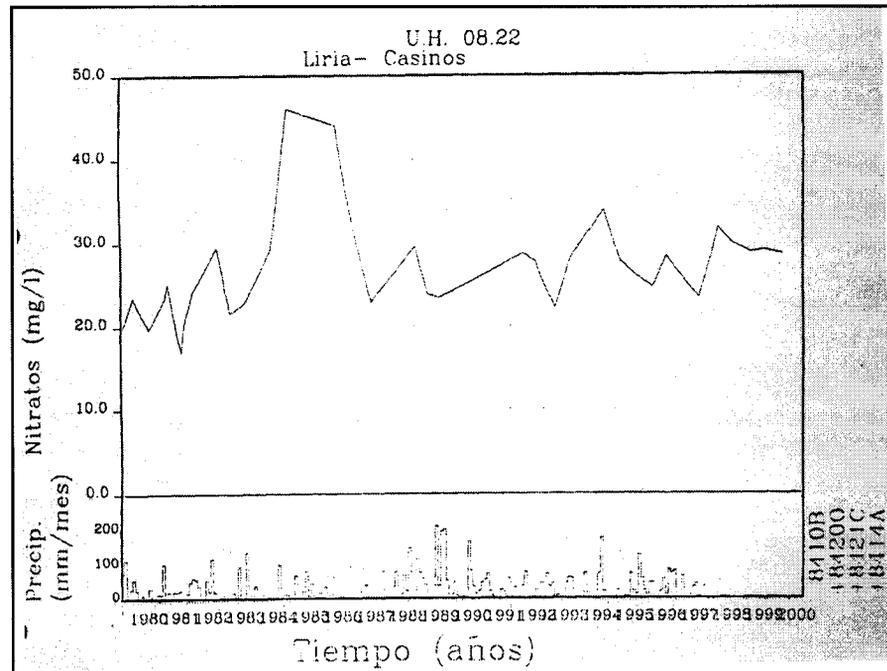


Gráfico 6. Diagrama de evolución de nitratos (Fuente: ITGEGRAF)

Gráficos de evolución conjunta

Al seleccionar la modalidad "Evolución de varios NIPA", la herramienta informará al usuario de todos los puntos de agua que pueden ser graficados (disponer de más de 10 análisis), ordenando dichos registros por NIPA, con indicación de la UH y SA, o por UH o SA, y permitiendo al usuario seleccionar hasta un máximo de 5 puntos de agua (NIPA). Una vez elegido los NIPA, la herramienta mostrará los parámetros que pueden ser graficados (más de 10 datos en todos los NIPA) para que el usuario seleccione el parámetro a representar.

El gráfico corresponderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a las concentraciones del parámetro representado para los diferentes NIPA.

Este tipo de gráfico permite soslayar el problema de puntos de la red de control que constituyen series complementarias. En algunos casos un determinado punto de la red ha tenido que ser sustituido por otro próximo, de tal manera que las series de uno y otro son complementarias. Mediante

este gráfico se podrán representar las series completas de dos puntos de control complementarios.

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin), por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de concentración (ppm o eqm)

Además, existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los datos analíticos completos -solo mayoritarios o específicos- de las muestras objeto de representación (además del NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha Toma, Número de Muestra, Coordenada X UTM -Huso 30-, Coordenada Y UTM -Huso 30-, Red de Calidad y Naturaleza) o los datos estadísticos para la serie de datos representada (mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Estas matrices de datos serían imprimibles o exportables como fichero de datos delimitados o ficheros de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará el NIPA correspondiente mediante códigos de color.

Gráficos de evolución de datos promedios, mínimos y máximos

Al seleccionar la modalidad "Gráficos de Evolución", la herramienta ofrecerá al usuario una interfaz donde elegir la UH o SA objeto de representación y el paso de tiempo (trimestre o semestre). Posteriormente la herramienta mostrará al usuario un listado de las especies hidroquímicas que pueden ser representadas (se disponga de 10 datos, para ese parámetro, en, al menos, 2/3 partes de los pasos de tiempo considerados (trimestre o semestre).

El gráfico corresponderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a las concentraciones mínima, promedio y máxima del parámetro representado para los diferentes trimestres o semestres.

Además, existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a las campañas -trimestrales o semestrales- y las columnas a los datos estadísticos -mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportable como ficheros de datos delimitados o fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará si corresponde al mínimo, promedio o máximo mediante códigos de color.

Gráfico de tendencias históricas

Para la representación de este tipo de gráficos, la herramienta permitirá al usuario definir el NIPA, si la consulta de tendencia se refiere a un punto concreto, o el Sistema Acuífero y/o la Unidad Hidrogeológica, si se refiere a un área concreta, e incluso a la totalidad de una cuenca hidrográfica.

El periodo de tiempo a representar lo fija la propia herramienta, permitiendo al usuario que los cálculos se efectúen considerando un paso de tiempo trimestral o semestral.

Una vez fijados los parámetros de partida, mediante el menú de esta herramienta se accedería a los siguientes tipos de gráficos:

- Tendencia a corto plazo (desde la última fecha con datos y cinco años atrás)
- Tendencia a medio plazo (desde la última fecha con datos y 10 años atrás)
- Tendencia a largo plazo (desde la última fecha con datos y 25 años atrás)

Una vez fijado el NIPA o el área de referencia y el tipo de gráfico de tendencias, la herramienta informará al usuario de las especies hidroquímicas que pueden ser representadas (en el caso de 1 NIPA, 1 dato por paso de tiempo -trimestre o semestre- para más de las 2/3 partes de los semestre considerados; para el caso de SA o UH, 5 o más datos por paso de tiempo para

el periodo considerado y datos en las 2/3 partes de los pasos de tiempo considerados en el periodo; para la cuenca hidrográfica no existen restricciones).

Estos gráficos corresponderán a gráficos del tipo XY, en los que el eje de abscisas representará una escala temporal y el eje de ordenadas los valores de tendencias correspondientes al parámetro representado para los diferentes pasos de tiempo considerados.

A continuación se describe someramente el procedimiento de cálculo de los valores de tendencia.

Partiendo de una serie temporal asociada a un NIPA, los valores de tendencia se calculan restando a los diferentes valores de la serie el valor correspondiente al último paso de tiempo (más actual). Esta operación da lugar a una serie temporal de valores positivos (mayor concentración que la actual) y negativos (menor concentración menor que la actual), cuya recta de regresión presentará un gradiente positivo si la concentración ha ido aumentando en el tiempo y un gradiente negativo si ha ocurrido lo contrario.

El valor promedio de los valores tendencia obtenidos corresponde al valor de la tendencia.

Para el caso de una UH o SA, los valores de tendencia se calculan a partir de los valores promedio de los datos de análisis químicos pertenecientes a puntos incluidos en la UH o SA y comprendidos en cada paso de tiempo en los que se subdivida la serie temporal ha representar.

En el supuesto que no haya datos para calcular el valor de tendencia en un determinado paso de tiempo, los puntos inmediatamente anterior y posterior se unirán en el gráfico mediante una línea discontinua.

En este tipo de gráficos, el usuario tendrá la posibilidad de trazar la línea de evolución correspondiente a los valores promedio (recta de regresión).

Existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a las campañas y las columnas a los datos estadísticos -

mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportable como fichero de dato delimitados o ficheros de excel.

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará si corresponde al mínimo, promedio o máximo mediante códigos de color.

En el caso de representar las tendencia para una Cuenca Hidrográfica, se indicará la denominación de la misma y se establecerá, por defecto, la línea de tendencia, estos es, la recta de regresión correspondiente a los valores promedio.

Gráficos XY para enfrentar dos elementos

Para realizar este tipo de gráfico es necesario realizar una consulta previa del NIPA de referencia o del Sistema Acuífero y/o UH a representar.

Gráficos XY confrontación elementos para un NIPA

Una vez elegido el NIPA, la herramienta permitirá al usuario que pueda seleccionar el paso de tiempo (trimestres o semestres). A continuación, la herramienta informará de los parámetros que pueden ser representados, al disponer en la Base de Datos AGUASXXI de datos en, al menos, 2/3 de los pasos de tiempo (trimestres o semestres) definibles en el periodo de tiempo que este NIPA ha sido objeto de control.

Una vez seleccionados los parámetros a enfrentar en el diagrama XY, la confrontación de los parámetros se realizará considerando el paso de tiempo definido, calculando el valor medio de las muestras para un mismo paso de tiempo.

Al focalizar sobre cada punto del gráfico, la herramienta informará, mediante una etiqueta, del paso de tiempo de referencia y de los datos representados.

En el gráfico aparecerá información identificativa del NIPA (NIPA, Sistema Acuífero, UH, Naturaleza y Red de Calidad).

Desde el gráfico el usuario podrá trazar la recta de regresión y los correspondientes intervalos de confianza al 95%.

Gráficos XY confrontación elementos para un SA o una UH

Una vez elegido el SA o la UH, la herramienta permitirá al usuario elegir el paso de tiempo (trimestre o semestre) para, posteriormente, informar de los parámetros que pueden ser representados, que deben verificar que disponen de datos 5 o más datos en, al menos, 2/3 de los pasos de tiempo definibles en el periodo de tiempo que este NIPA ha sido objeto de control.

Una vez seleccionados los parámetros a enfrentar en el diagrama XY, la confrontación de los parámetros se realizará según los pasos de tiempo considerados, calculando el valor medio de las muestras para un mismo paso de tiempo. Por tanto, se enfrentan valores promedio.

Al focalizar sobre cada punto del gráfico, la herramienta informará, mediante una etiqueta, del paso de tiempo de referencia y de los valores representados.

En el gráfico aparecerá información identificativa de los SA o la UH objeto de análisis y del periodo de confrontación.

Desde el gráfico el usuario podrá trazar la recta de regresión y los correspondientes intervalos de confianza al 95%.

2.1.2 Listados y Tablas de Calidad

Junto con las salidas gráficas, muy útiles en la interpretación de los datos hidroquímicos, es necesario disponer de listados de datos que permitan conocer el estado de la Base de Datos AGUASXXI. A continuación se exponen los listados y tablas de que dispondría la herramienta GesdAguas para la explotación de los datos de calidad.

Listado de datos de Calidad de las Aguas

Estos listados son de dos categorías: Listado de Datos Hidroquímicos y Listados de Situación de la Red de Control.

Desde cualquiera de estos listados, mediante el botón derecho del ratón, se podrá acceder a la edición, modificación o borrado del registro, facilitando al usuario estas labores de mantenimiento de los registros de análisis químicos.

Listados de Datos Hidroquímicos

Los Listados de Datos Hidroquímicos permiten al usuario visionar los datos hidroquímicos existentes en la Base de Datos AGUASXXI (Listado genérico), los datos hidroquímicos disponibles para una determinada Unidad Hidrogeológica o Sistema Acuífero o, incluso, los datos hidroquímicos existentes en AGUASXXI para una determinada campaña.

Para el listado genérico, el usuario podrá limitar las fecha de inicio y fin del listado, de tal manera que se podrán listar desde todos los datos hasta los concretos a una determinada fecha. Estos listados, aparecerán ordenados por NIPA, Fechas de Toma y Número de Muestra, conteniendo la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Fecha Muestra, Fecha Análisis, Num Muestra, Prof. Toma, Método Toma, Iones Mayoritarios, Cationes Mayoritarios, pH, Conductividad, Balance Iones y si existen otras determinaciones (Metales, Específicos, Isótopos o Microbiológicos).

Aquellos análisis que no verifiquen las condiciones exigibles para el balance de iones se marcarán mediante color o subrayado.

Para el listado de datos hidroquímicos de una UH o SA, el usuario deberá seleccionar la UH o el SA a listar, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Muestra, Fecha Análisis, Num Muestra, Prof. Toma, Método Toma, Iones Mayoritarios, Cationes Mayoritarios, pH, Conductividad, Balance Iones y si existen otras determinaciones (Metales, Específicos, Isótopos o Microbiológicos).

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Aquellos análisis que no verifiquen las condiciones exigibles para el balance de iones se marcarán mediante color o subrayado.

En el caso de listados de una campaña, el usuario podrá seleccionar las fechas de inicio y fin del listado o bien la campaña de muestreo (año y trimestre o semestre), el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Muestra, Fecha Análisis, Num Muestra, Prof. Toma, Método Toma, Iones Mayoritarios, Cationes Mayoritarios, pH, Conductividad, Balance Iones y si existen otras determinaciones (Metales, Específicos, Isótopos o Microbiológicos).

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Aquellos análisis que no verifiquen las condiciones exigibles para el balance de iones se marcarán mediante color o subrayado.

Listados de Situación de la Red de Control

Estos listados tiene por objeto mostrar al usuario el estado de la red activa de calidad, para ello se ofrecerá un listado de todos los puntos de la red de control correspondiente al dominio territorial de una Oficina de Proyectos y para una campaña concreta, la cual será seleccionada por el usuario (año y trimestre o semestre). El listado contendrán la siguiente información:

UH, NIPA, Fecha Inicio Serie, Fecha Fin Serie, Número Análisis, Conductividad Promedio, Fecha muestreo, Conductividad, Tendencia a corto plazo, medio y largo plazo.

En el mismo listado se ofrecerá información sobre la campaña de referencia.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Estos listados serán exportables a ficheros de texto delimitados o a ficheros excel.

Tablas de datos hidroquímicos

Estas tablas permitirán al usuario obtener una tablas de datos o parámetros de gran utilidad en los trabajos de interpretación de análisis químicos.

Mediante esta herramienta se podrán obtener listados de datos hidroquímicos de cualquiera de los parámetros incluidos en la tabla de análisis químicos, para un periodo de tiempo concreto y para una o varias unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos

En primer término, se ofrecerá al usuario la posibilidad de seleccionar las unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos; posteriormente se permitirá seleccionar el periodo de datos (fecha inicio y fecha fin); finalmente se listarán todos los parámetros para que el usuario seleccione aquellos de su interés (excepto conductividad y pH que aparecerán en la tabla por defecto).

La herramienta mostrará un resumen de los datos seleccionados, indicando el número de registros por UH o SA.

La tabla de datos contendrá la siguiente información (registros por filas y parámetros o campos de información en columnas):

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Naturaleza, Utilización, Balance Iones, Conductividad, pH, parámetros hidroquímicos seleccionados.

Esta tabla de datos será exportable en forma de fichero de texto delimitado o como tabla de datos de excel.

En la últimas filas de datos se indicará el mínimo, el cuartil 25%, la mediana, el promedio, el cuartil 75%, el máximo, la desviación estándar y el coeficiente de variación para la conductividad, pH y parámetros hidroquímicos seleccionados.

Cálculo del ICG

Mediante esta herramienta se calculará el Índice de Calidad General de las Aguas para abastecimiento urbano -ICG¹- de las unidades hidrogeológicas, para la campaña de muestreo que el usuario requiera, mostrando las tendencias de este índice a corto, medio y largo plazo.

Este ICG tiene por objeto ofrecer al usuario un resumen del estado de la calidad de un acuífero o unidad hidrogeológica para un periodo de tiempo concreto (campaña trimestral o semestral).

El ICG se calculará considerando las concentraciones detectadas en los diferentes parámetros y los valores paramétricos fijados por la RTS. Se analizarán por separado las especies analizadas considerando los tipos de parámetros definidos en AGUASXXI que afectan a la potabilidad (Mayoritarios, Metales, Específicos y Microbiológicos).

Para cada registro (análisis de agua) se comparará la cantidad detectada con los niveles guía y máximo fijados por la RTS, estableciendo, para cada Tipo de Parámetros, la potabilidad del agua, de tal forma que se calificará como Potable si todos los parámetros incluidos en el tipo considerado presenta valores por debajo del 75% del valor paramétrico fijado por la RTS; se

¹ Este indicador, como el resto de los plantificados en el presente documento, está enfocado a disponer de los procedimientos de evaluación del estado ecológico de las Masas de Aguas Subterráneas que requiere la Directiva 2000/60/CE Política de Aguas.

calificará como aceptable si uno o más parámetros presentan valores entre el 75% y el 100% del valor paramétrico fijado por la RTS; y se calificará como No Potable si alguno o varios de los parámetros presentan valores en el análisis por encima de los valores paramétricos fijados por la RTS.

Por tanto, para cada registro se tendrá una calificación de Potable, Aceptable o NO Potable para cada Tipo de Parámetro.

Tomando la calificación del Tipo de Parámetro Mayoritario y considerando la mineralización del agua (conductividad) se procederá a calificar la calidad del agua de acuerdo con la siguiente tabla:

Potabilidad (Mayoritarios)	Mineralización			
	Débil < 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Baja 250 a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Media 500 a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Alta > 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Potable	Excelente	Muy Buena	Buena	Aceptable
Aceptable	Aceptable	Mediocre a Aceptable	Mediocre	Deficiente
NO Potable	Mediocre	Mediocre a Deficiente	Deficiente a Muy Deficiente	Muy Deficiente

Se considera sólo la potabilidad de los mayoritarios por ser éstos los únicos parámetros que siempre aparecen en los análisis del IGME.

Así, los valores del ICG se otorgarán de acuerdo con la siguiente tabla:

Calificación	Valor ICG
Excelente	10
Muy Buena	9
Buena	8
Aceptable	7
Mediocre a Aceptable	6
Mediocre	5
Mediocre a Deficiente	4
Deficiente	3
Deficiente a Muy Deficiente	2
Muy Deficiente	1

La herramienta de cálculo del ICG ofrecerá un listado de los registros analizados para una UH o SA en una determinada campaña con la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Fecha Toma, Numero Muestra, Potabilidad (Mayoritarios, Metales, Específicos y Microbiológicos), Mineralización, Calificación, valor ICG, Valor promedio del ICG a corto (valor promedio de los últimos cinco años), medio (valor promedio de los últimos 10 años) y largo plazo (valor promedio de los últimos 25 años).

Esta tabla de ICG será exportable a ficheros de datos delimitados y a hojas excel.

Estado hidroquímico de una UH o SA

Para llevar a cabo este análisis el usuario deberá seleccionar la UH o SA y el periodo de tiempo (campaña trimestral o semestral). Para ello, una vez el usuario haya seleccionado la UH y el SA, la herramienta demandará si el cálculo se debe hacer considerando un paso de tiempo trimestral o semestral, tras lo que informará de los pasos de tiempo en los que existen suficientes datos de análisis químicos.

Utilizando el procedimiento de cálculo del ICG para cada muestra recogida en una determinada campaña (trimestre o semestre), se establecerá el estado hidroquímico de una UH o un SA como promedio de los ICG calculados para cada muestra tomada en un punto de agua perteneciente a dicha unidad. Al usuario se le preguntará si los cálculos se han de realizar sólo con los datos de las redes de control activas o con todos los datos existentes.

Al hacer promedios de valores de ICG individuales (de cada muestra), se redondeará hacia el entero más alto.

El listado que se ofrecerá al usuario constará de los siguientes datos:

UH o SA, Campaña, Número de análisis considerados, Valor promedio del ICG a corto (valor promedio de los últimos cinco años), medio (valor promedio de los últimos 10 años) y largo plazo (valor promedio de los últimos 25 años), Gradiente de la Tendencia (Positivo o Negativo).

Para cada unidad hidrogeológica se establecerá el estado hidroquímico considerando los valores promedio del ICG obtenidos en la campaña y los del

corto, medio y largo plazo, que permiten establecer el gradiente de la tendencia, según la siguiente tabla.

Estado Hidroquímico	ICG promedio campaña actual	Gradiente de la Tendencia	
		Positivo	Negativo
No afectada	>= 8	Si	
Degradada en recuperación			
Degradada	3 a 7	Si	
Muy degradada en recuperación			
Muy degradada	<=3	Si	

Esta tabla será exportable a un fichero de texto delimitado o a una hoja excel, resultando de gran utilidad para hacer representaciones del estado hidroquímico de las UH o SA, más aún si se conoce el proceso o procesos que han originado la degradación de la calidad de las aguas del acuífero.

2.2 Explotación de Datos de Intrusión

Los datos de la antigua red de intrusión marina se han incluido, en la nueva versión de la Base de Datos AGUASXXI, en las tablas de análisis químicos.

Estos datos analíticos corresponden a resultados de análisis efectuados sobre muestras tomadas las redes de control y vigilancia de la intrusión marina de las aguas subterráneas.

En este tipo de redes de control se realizan análisis de conductividad y cloruros, como parámetros característicos de este proceso de degradación de la calidad de las aguas subterráneas de los acuíferos costeros.

2.2.1 Gráficos de Intrusión

En este caso los gráficos que se desarrollen deben permitir obtener conclusiones hidroquímicas sobre un conjunto de análisis que les une un vínculo común espacial o temporal. En estos casos el objeto del gráfico es conocer las evoluciones registradas en las redes de control de la intrusión marina del IGME de una UH o un conjunto de unidades.

Los gráficos que se pretenden desarrollar corresponden a los siguientes:

- Gráficos de evolución para la conductividad y cloruros.
- Gráfico de tendencias históricas a corto plazo y largo plazo .
- Gráficos XY para enfrentar dos elementos (ppm o eqm)
- Gráfico de tendencias históricas a corto plazo y largo plazo

Previamente a la presentación de los gráficos, el programa GesdAguas ofrecerá al usuario la opción de seleccionar, mediante consulta, las muestras a representar.

La consulta permitirá seleccionar las muestras según el sistema acuífero y/o la unidad hidrogeológica para un determinado rango de fechas.

Gráficos de evolución del contenido en cloruros o la conductividad

Este tipo de gráficos sólo representará series de datos hidroquímicos correspondientes a un punto de agua determinado si éste dispone de más de 10 análisis, de tal manera que pueda considerarse una serie temporal de datos.

Requiere que posteriormente a la consulta de selección de las muestras objeto de representación (sistema acuífero y/o unidad hidrogeológica y rango de fechas) se elija la especie hidroquímica a representar (cloruros o conductividad).

Este tipo de diagrama presentará tres modalidades:

Gráficos de evolución correspondiente a un determinado punto de agua

Al elegir la modalidad "Evolución un sólo NIPA", la herramienta informará al usuario de los puntos de agua que pueden ser graficados (pertenecer a la red de intrusión y disponer de más de 10 muestras analizadas).

El gráfico corresponderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas izquierdo a las concentraciones de cloruros y el eje de ordenadas derecho a la conductividad (parámetros característicos de la intrusión marina).

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin, por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de concentración (ppm o eqm)

Además, permitirá al usuario que al focalizar sobre una muestra del gráfico se le permita acceder, mediante menú desplegable, a los datos analíticos completos de esa muestra concreta o a los datos estadísticos para la serie de datos representada (mínimo, cuartiles, promedio y máximo).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: NIPA, Sistema acuífero, Unidad Hidrogeológica, Naturaleza y Red de Intrusión a la que pertenece el punto.

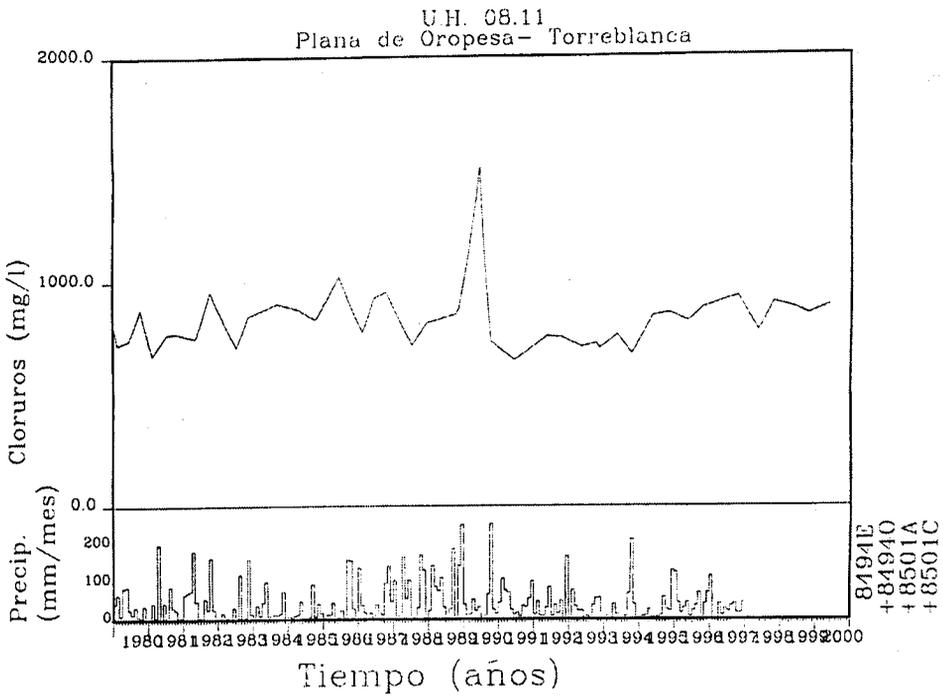


Gráfico 7. Diagrama de evolución del contenido en cloruros

Gráficos de evolución conjunta

Al seleccionar la modalidad "Evolución de varios NIPA", la herramienta solicitará al usuario el paso de tiempo a utilizar en el gráfico (trimestre o semestre) e informará sobre los puntos de agua que pueden ser graficados (disponer de más de 10 muestras analizadas considerando los pasos de tiempo fijados), permitiendo al usuario seleccionar un máximo de 5 puntos de agua (NIPA).

El gráfico responderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a las concentraciones de cloruros (parámetros característicos de la intrusión marina).

Este tipo de gráficos permite al usuario trazar la serie de evolución de un punto de control y sus complementarios.

Los valores del eje X se tomarán como pasos de tiempo prefijados (trimestres o semestres) a los que corresponderá el valor promedio de los datos analíticos de cloruros disponibles para el rango de fecha asociado a cada paso de tiempo.

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin, por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de concentración (ppm o eqm)

Además, existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los datos analíticos completos -solo mayoritarios o específicos- de las muestras objeto de representación (además del NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha Toma, Número de Muestra, Coordenada X UTM -Huso 30-, Coordenada Y UTM -Huso 30-, Red de Intrusión y Naturaleza) o los datos estadísticos para la serie de datos representada (mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Estas matrices de datos serían imprimibles o exportables como ficheros de datos delimitados o ficheros de excel.

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará el NIPA correspondiente mediante códigos de color.

Gráficos de evolución de datos promedios, mínimos y máximos

Al seleccionar la modalidad "Evolución Semestral", la herramienta ofrecerá al usuario la posibilidad de selección la UH o SA y elegir entre un paso de tiempo trimestral o semestral. Posteriormente, mostrará una interfaz donde elegir las especies hidroquímicas que pueden ser representadas (se disponga de 10 datos, para ese parámetro, en, al menos, 2/3 partes de los pasos de tiempo).

El gráfico corresponderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a las concentraciones mínima, promedio y máxima del parámetro representado para los diferentes pasos de tiempo.

Se dispondrá de un botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a las campañas y las columnas a los datos estadísticos -mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportables como ficheros de datos delimitados o ficheros de excel.

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará si corresponde al mínimo, promedio o máximo mediante códigos de color.

Gráfico de tendencias históricas

Para la representación de este tipo de gráficos, la consulta previa sólo permitirá al usuario definir el NIPA, si la consulta de tendencia se refiere a un punto concreto, o el Sistema Acuífero y/o la Unidad Hidrogeológica, si se refiere a un área concreta, e incluso a la totalidad de una cuenca hidrográfica, ya que el periodo de tiempo de representación lo fija la propia herramienta. Asimismo, el usuario deberá definir si el paso de tiempo es trimestral o semestral.

Mediante el menú de esta herramienta se accedería a los siguientes tipos de gráficos:

- Tendencia a corto plazo (desde la última fecha con datos y cinco años atrás)
- Tendencia a medio plazo (desde la última fecha con datos y 10 años atrás)
- Tendencia a largo plazo (desde la última fecha con datos y 25 años atrás)

Una vez fijado el NIPA o el área de referencia y el tipo de gráfico de tendencias, la herramienta informará al usuario si las especies hidroquímicas cloruros y conductividad pueden ser representadas (en el caso de 1 NIPA, 1 dato para más de las 2/3 partes de los pasos de tiempo (trimestre o semestre) considerados; para el caso de SA o UH, 5 o más datos por paso de tiempo y datos en las 2/3 partes de los pasos de tiempo considerados en el periodo; para la cuenca hidrográfica no existen restricciones).

Estos gráficos corresponderán al tipo XY, en el que el eje de abscisas representará una escala temporal discretizada según los pasos de tiempo definidos (trimestres o semestres), y el eje de ordenadas a los valores de tendencia para cada paso de tiempo (contenido de cloruros para el paso de tiempo concreto menos contenido en cloruros del paso de tiempo más reciente). Por tanto, para cada paso de tiempo se obtendrá un valor de tendencia (valor negativo o positivo) calculando la tendencia como el promedio de los valores calculados.

En este tipo de gráficos, el usuario tendrá la posibilidad de trazar la línea de evolución correspondiente a los valores de tendencia (recta de regresión, evaluando así el gradiente de los valores de tendencia, que informa sobre la evolución registrada para el parámetro cloruros a corto, medio o largo plazo.

Existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a las campañas y las columnas a los datos estadísticos - mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportables como fichero de datos delimitados o fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará si corresponde al mínimo, promedio o máximo mediante códigos de color.

En el caso de representar las tendencia para una Cuenca Hidrográfica, se indicará la denominación de la misma y se establecerá, por defecto, la línea de evolución, esto es, la recta de regresión correspondiente a los valores de tendencia calculados como diferencia del valor promedio de cada paso de tiempo con el valor promedio del paso de tiempo más reciente (última campaña cargada en la base de datos).

2.2.2 Listados y Tablas de Intrusión

Junto con las salidas gráficas, muy útiles en la interpretación de los datos de intrusión, es necesario disponer de listados de datos que permitan conocer el estado de la Base de Datos AGUASXXI. A continuación se exponen los listados y tablas de que dispondría la herramienta GesdAguas.

Listado de datos de Intrusión

Estos listados son de dos categorías: Listado de Datos de Intrusión y Listados de Situación de la Red de Control.

Desde cualquiera de estos listados, mediante el botón derecho del ratón, se podrá acceder a la edición, modificación o borrado del registro, facilitando al usuario estas labores de mantenimiento de los registros de análisis químicos.

Listados de Datos de Intrusión

Los Listados de Datos de Intrusión permitirán al usuario visionar los datos de la red de intrusión existentes en la Base de Datos AGUASXXI (Listado genérico), los datos de intrusión disponibles para una determinada Unidad Hidrogeológica o Sistema Acuífero o, incluso, los datos de intrusión existentes en AGUASXXI para una determinada campaña (trimestres o semestres).

Para el listado genérico, el usuario podrá limitar las fecha de inicio y fin del listado, de tal manera que se podrán listar desde todos los datos hasta los concretos a una determinada fecha. Estos listados, aparecerán ordenados por NIPA, Fechas de Toma y Número de Muestra, conteniendo la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Fecha Muestra, Fecha Análisis, Num Muestra, Prof. Toma, Método Toma, Conductividad y Cloruros.

Para el listado de datos de intrusión de una UH o SA, el usuario deberá seleccionar la UH o el SA a listar, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Muestra, Fecha Análisis, Num Muestra, Prof. Toma, Método Toma, Conductividad y Cloruros.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

En el caso de listados de una campaña, el usuario podrá seleccionar las fechas de inicio y fin del listado o bien la campaña de muestreo (año y trimestre o semestre), el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Muestra, Fecha Análisis, Num Muestra, Prof. Toma, Método Toma, Conductividad y Cloruros.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Listados de Situación de la Red de Control de Intrusión

Estos listados tiene por objeto mostrar al usuario el estado de la red activa de intrusión, para ello se ofrecerá un listado de todos los puntos de la red de control correspondiente al dominio territorial de una Oficina de Proyectos y para una campaña concreta, la cual será seleccionada por el usuario (año y trimestre o semestre). El listado contendrán la siguiente información:

UH, NIPA, Fecha Inicio Serie, Fecha Fin Serie, Número Análisis, Fecha muestreo, Conductividad, Cloruros, Cloruros máximo, Cloruros Promedio, Cloruros Mínimo, Tendencia a corto plazo, medio y largo plazo del contenido en Cloruros.

En el mismo listado se ofrecerá información sobre la campaña de referencia.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Estos listados serán exportables a ficheros de texto delimitados o a ficheros excel.

Tablas de datos de intrusión

Estas tablas permitirán al usuario obtener una tablas de datos o parámetros estadísticos de gran utilidad en los trabajos de interpretación de los datos de intrusión.

Mediante esta herramienta se podrán obtener listados de datos hidroquímicos de los parámetros asociados a la red de intrusión (conductividad y cloruros), para un periodo de tiempo concreto y para una o varias unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos

En primer término, se ofrecerá al usuario la posibilidad de seleccionar las unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos; posteriormente se permitirá seleccionar el periodo de datos (fecha inicio y fecha fin).

La herramienta mostrará un resumen de los datos seleccionados, indicando el número de registros por UH o SA.

La tabla de datos contendrá la siguiente información (registros por filas y parámetros o campos de información en columnas):

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Naturaleza, Utilización, Conductividad y Cloruros.

Esta tabla de datos será exportable en forma de fichero de texto delimitado o como tabla de datos de excel.

En la últimas filas de datos se indicará el mínimo, el cuartil 25%, la mediana, el promedio, el cuartil 75%, el máximo, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Cálculo del IEI

Mediante esta herramienta se calculará el Índice de Estado de Intrusión de las unidades hidrogeológicas o acuíferos para la campaña de muestreo que el usuario requiera, mostrando las tendencias de este índice a corto, medio y largo plazo.

La herramienta permitirá seleccionar la UH o SA, informando al usuario de las campañas (trimestrales o semestrales) en las que puede ser calculado este indicador.

Este IEI tiene por objeto ofrecer al usuario un resumen del estado de la intrusión en un acuífero o unidad hidrogeológica. Este indicador se construye a partir de los datos de concentración en cloruros registrada durante una campaña (año y trimestre o semestre) en cada uno de los puntos asociados a la UH o SA de referencia.

Para el cálculo del indicador los valores de concentración en cloruros serán transformados mediante la siguiente expresión, calculando el índice de cloruros:

$$\text{Índice de cloruros} = 5 * (\log([\text{Cl}]-2))$$

El IEI se construye como el valor promedio de los índices de cloruros correspondientes al conjunto de análisis disponibles para un paso de tiempo (trimestre o semestre).

Para que este indicador sea comparable entre pasos de tiempo diferentes, es conveniente que los puntos muestreados coincidan, lo cual es difícil que suceda por la propia dinámica histórica que han sufrido las redes de control de la intrusión marina en acuíferos costeros.

Por tanto, la comparación de estos índices para diferentes periodos de tiempo en una misma UH o SA deberá ser analizada con detalle. No obstante, la herramienta de cálculo ofrecerá al usuario la posibilidad de listar todos los valores de IEI para los diferentes pasos de tiempo (trimestres o semestres) en que pueda subdividirse la serie de datos analíticos de cloruros e incluso calcular los valores de tendencia a corto, medio y largo plazo de este indicador.

Así, para una UH o SA determinada, una vez fijado el paso de tiempo a considerar (trimestre o semestre), la herramienta ofrecerá la posibilidad de listar la siguiente información:

UH, SA, Última Campaña (año y trimestre o semestre), Numero Muestras, Conductividad Promedio, Cloruros Promedio, valor IEI, Valor promedio del IEI a corto (valor promedio de los últimos cinco años), medio (valor promedio de los últimos 10 años) y largo plazo (valor promedio de los últimos 25 años).

Esta tabla del IEI será exportable a ficheros de datos delimitados y a hojas excel.

2.3 Explotación de datos de Hidrometría

Los datos de hidrometría (aforos) existentes en la Base de Datos AGUASXXI se ubican en la tabla AGHD.

Estos datos foronómicos corresponden a aforos realizados en zonas de drenaje de acuíferos o cauces (caudal base o escorrentía subterránea) durante las campañas de medidas asociadas a las redes de control y vigilancia de las aguas subterráneas o bien a aforos realizados durante trabajos de investigación hidrogeológica.

Por tanto, los datos hidrométricos incluidos en la Base de Datos AGUASXXI tiene la finalidad de controlar la descarga natural de los acuíferos, datos de gran interés para conocer los recursos renovables, la capacidad de regulación natural o el grado de influencia que las explotaciones están ejerciendo sobre el funcionamiento en régimen natural. Este detalle presenta especial relevancia en cuanto a las herramientas específicas que se proyectan desarrollar para la explotación de los datos de aforos.

2.3.1 Gráficos de aforos

Los gráficos de aforos pueden diferenciarse en tres categorías: los que sirven para mostrar la evolución de la descarga natural del acuífero; los orientados a establecer

la tendencia evolutiva de esta descarga en el tiempo; y los que permiten extraer conclusiones sobre el funcionamiento del acuífero (gráficos de interpretación).

Gráficos de evolución de la descarga

Para este tipo de gráficos, orientados a la representación de series temporales de aforos, se han definidos los tipos que se describen a continuación.

Gráficos de evolución

Estos gráficos están orientados a la representación mediante diagrama XY de la serie temporal correspondiente a los datos foronómicos tomados en un punto de la red de control hidrométrico del IGME o en un punto donde se hayan realizado una serie continuada de medidas de aforos.

Por tanto, el usuario deberá seleccionar el NIPA correspondiente y el periodo de tiempo a representar. Al seleccionar el NIPA, la herramienta deberá informar sobre el número de medidas y la fecha inicio y fin de la serie.

El gráfico corresponderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a los caudales aforados.

En este mismo gráfico se incluirá la serie de datos de precipitación. Para ello y considerando las coordenadas del punto a representar y las coordenadas de las estaciones del INM con datos, se seleccionarán las 5 estaciones más próximas, calculando la precipitación representativa del punto de agua a partir de los datos de las estaciones más próximas, aplicando pesos calculados a partir de la siguiente expresión:

$$b_i = 1 - \frac{d_i^2}{\sum_i d_i^2}$$

donde:

b_i , peso aplicable a los datos de una estación

d_i , distancia desde el punto de referencia a la estación i -ésima

De tal forma que la precipitación a representar en el gráfico se calcularía mediante la siguiente expresión:

$$P = \sum_i (b_i * p_i)$$

donde:

p_i , datos de precipitación registrados en la estación i -ésima.

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin, por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de caudal (l/s, m³/h o m³/s).

Además, permitirá al usuario acceder, al focalizar sobre una medida del gráfico, mediante menú desplegable, a los datos completos de ese registro concreto o a los datos estadísticos para la serie de datos representada (mínimo, cuartiles, promedio y máximo).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: NIPA, Sistema acuífero, Unidad Hidrogeológica, Naturaleza y Red de Aforos a la que pertenece el punto.

Gráficos de evolución conjunta

Al seleccionar la modalidad "Evolución de varios NIPA", la herramienta informará al usuario de todos los puntos de agua que pueden ser graficados (disponer de más de 10 datos de aforos), ordenando dichos registros por NIPA (con indicación de la UH y SA), o por UH o SA, y permitiendo al usuario seleccionar hasta un máximo de 5 puntos de agua (NIPA).

El gráfico responderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a los

caudales aforados para los diferentes NIPA. En este mismo gráfico se incluirá la serie de precipitación, calculada como promedio de los datos de precipitación para cada NIPA.

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin, por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de caudal (l/s, m³/h o m³/s).

Además, existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los datos de aforos completos de los puntos objeto de representación (además del NIPA, Sistema Acuífero, UH, Fecha Medida, Coordenada X UTM -Huso 30-, Coordenada Y UTM -Huso 30-, Red de Hidrometría y Naturaleza) o los datos estadísticos para la serie representada (mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Estas matrices de datos serían imprimibles o exportables como ficheros de datos delimitados o ficheros de excel.

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará el NIPA correspondiente mediante códigos de color.

En algunos casos, la descarga total del acuífero corresponde a la suma de un conjunto de manantiales, sobre los que se efectúan medidas independientes, por lo que este tipo de gráficos también permitirá obtener la serie acumulada de descarga por pasos de tiempo (trimestres o semestres). En este caso la fecha se tomará, dentro de los datos de un mismo paso de tiempo, como el valor promedio de las fechas y el caudal como suma de los caudales. En el caso de que uno de los puntos a representar carezca de dato para ese paso de tiempo, no se calculará el acumulado.

Gráficos de evolución

Al seleccionar la modalidad "Gráficos de Evolución", la herramienta ofrecerá al usuario la posibilidad de representar los datos por trimestres o

semestres y una interfaz donde elegir la UH o SA de referencia para las que existen series de datos foronómicos que pueden ser representadas (se disponga de 10 datos por NIPA, en, al menos, 2/3 partes de los pasos de tiempo).

El gráfico responderá a un gráfico tipo XY, en el que el eje de abcisas corresponderá a una escala temporal y el eje de ordenadas a los caudales mínimo, promedio y máximo para los diferentes pasos de tiempo (trimestres o semestres).

La herramienta dispondrá de un botón de acceso a herramientas de dibujo que permitirán al usuario seleccionar la escalas de representación temporal (fecha inicio y fecha fin, por defecto se tomarán como extremos los valores mínimo y máximo para las fechas de toma de la serie seleccionada) y de caudal (l/s, m³/h o m³/s).

Además, existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a las campañas y las columnas a los datos estadísticos -mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportables como fichero de datos delimitados o fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica. Además, para cada línea de evolución del gráfico se indicará si corresponde al mínimo, promedio o máximo mediante códigos de color.

Gráfico de tendencias históricas

Para la representación de este tipo de gráficos, la consulta previa sólo permitirá al usuario definir el NIPA, si la consulta de tendencia se refiere a un punto concreto, o el Sistema Acuífero y/o la Unidad Hidrogeológica, si se refiere a un área concreta, e incluso a la totalidad de una cuenca hidrográfica, ya que el periodo de tiempo de representación lo fija la propia herramienta.

Asimismo, el usuario podrá definir el paso de tiempo a utilizar en los cálculos y en la representación gráfica (trimestre o semestre).

Mediante el menú de esta herramienta se accedería a los siguientes tipos de gráficos:

- Tendencia a corto plazo (desde la última fecha con datos y cinco años atrás)
- Tendencia a medio plazo (desde la última fecha con datos y 10 años atrás)
- Tendencia a largo plazo (desde la última fecha con datos y 25 años atrás)

Una vez fijado el NIPA o el área de referencia y el tipo de gráfico de tendencias, la herramienta informará al usuario si los datos de que dispone la Base de Datos AGUASXXI permite obtener los datos de tendencias.

Estos gráficos corresponderán a gráficos del tipo XY, en el que el eje de abscisas representará una escala temporal y el eje de ordenadas a los caudales mínimo, promedio y máximo para los diferentes pasos de tiempo.

En este tipo de gráficos, el usuario tendrá la posibilidad de trazar la línea de evolución correspondiente a los valores de tendencia (recta de regresión).

Existirá otro botón que permitirá al usuario acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a las campañas y las columnas a los datos estadísticos - mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportables como fichero de datos delimitados o fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica.

En el caso de representar las tendencia para una Cuenca Hidrográfica, se indicará la denominación de la misma y se establecerá, por defecto, la línea de tendencia, estos es, la recta de regresión correspondiente a los valores de tendencia.

Gráficos de Interpretación

Este tipo de gráficos sirve de soporte para efectuar cálculos a partir de los datos aforos.

Cálculo de la curva de agotamiento

Mediante esta herramienta se permitirá al usuario calcular el coeficiente de agotamiento correspondiente al drenaje natural que representa la serie de aforos asociada a un punto de control.

El usuario deberá seleccionar el NIPA correspondiente, la herramienta mostrará mediante un gráfico XY la serie de datos disponibles y demandará al usuario el tramo a analizar, el cual será definido mediante fechas (inicio y fin).

Una vez definido el tramo, la herramienta tomará los datos en cuestión y realizará el cálculo de ajuste de los parámetros del agotamiento (factor de agotamiento en días-1), representando en un gráfico XY los datos reales y la curva de agotamiento correspondiente.

La herramienta permitirá al usuario modificar el valor del factor de agotamiento mostrando la curva correspondiente sobre un gráfico XY con los datos reales.

Cálculo de la curva de gasto

En el caso de disponer de datos sobre alturas de escala y caudal medido, la herramienta permitirá realizar cálculos para ajustar la curva de gasto, para ello el usuario deberá seleccionar el NIPA correspondiente, mostrando la herramienta la serie de datos disponible (NIPA, UH, SA, Fecha Medida, Cauce Aforado, Altura, Caudal Medido) y permitiendo el acceso a la pantalla de cálculos si existen datos suficientes (más de 10 datos).

Posteriormente el usuario podrá representar el gráfico Alturas-Caudales mediante un gráfico XY, desde el que será posible realizar los cálculos de ajuste. La herramienta permitirá ajustes tipo

parabólico y potencial, calculando, en cada caso, los coeficientes de ajuste y los parámetros del ajuste.

La herramienta representará en un gráfico tipo XY, los datos de partida (Altura en m y Caudal en l/s) y las curvas de ajuste obtenidas (parabólica y potencial), diferenciando éstas por colores, e indicando en pantalla los parámetros de ajuste.

El usuario podrá modificar los coeficiente de ajuste, visionando los resultados en pantalla (gráficas y parámetros de ajuste).

En estos gráficos se informará del NIPA, UH, SA, Naturaleza, Nombre del Cauce y Fecha Inicio y Fin de la serie de datos (rango de tiempo de validez de la curva de gasto).

Desde esta pantalla se tendrá acceso a la tabla de Curva de Gastos (AGCV) de AGUASXXI, donde actualizar datos sobre coeficientes.

Cálculo de caudales en aforos con micromolinete

Se desarrollará una herramienta para transformar los datos de altura de lámina de agua y número de vueltas registrados en los aforos realizados mediante micromolinete en datos de caudal.

Esta herramienta concederá uniformidad de criterios y cálculo de aforos con micromolinete a las diferentes oficinas de Proyectos, las cuales funcionan con diferentes programas de cálculo.

Esta herramienta permitirá el acceso de la información a partir del estadillo de campo y demandará al usuario datos sobre la sección aforada.

A partir de los datos suministrados, la herramienta dibujará la sección aforada, marcando la altura de la lámina de agua, y emitirá un informe con los resultados donde incluirá la serie de aforos disponible para esa sección, así como datos estadísticos de caudales. Asimismo,

permitirá actualizar el registro de aforos en la tabla correspondiente de la Base de Datos AGUASXXI.

2.3.2 Listados y Tablas de Aforos

Junto con las salidas gráficas, muy útiles en la interpretación de los datos de aforos, es necesario disponer de listados de datos que permitan conocer el estado de la Base de Datos AGUASXXI. A continuación se exponen los listados y tablas de que dispondría la herramienta GesdAguas.

Listado de datos de Hidrometría

Estos listados son de tres categorías: Listado de Datos de Aforos y Listados de Situación de la Red de Control.

Desde cualquiera de estos listados, mediante el botón derecho del ratón, se podrá acceder a la edición, modificación o borrado del registro, facilitando al usuario estas labores de mantenimiento de los registros de aforos.

Listados de Datos de Aforos

Los Listados de Datos de Aforos permiten al usuario visionar los datos de medidas de caudal existentes en la Base de Datos AGUASXXI (Listado genérico), los datos de aforos disponibles para una determinada Unidad Hidrogeológica o Sistema Acuífero o, incluso, los datos hidrométricos existentes en AGUASXXI para una determinada campaña (semestres).

Para el listado genérico, el usuario podrá limitar las fecha de inicio y fin del listado, de tal manera que se podrán listar desde todos los datos hasta los concretos a una determinada fecha. Estos listados, aparecerán ordenados por NIPA y Fechas de Medida, conteniendo la siguiente información:

Pag.44 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

NIPA, UH, SA, Fecha Medida, cauce aforado, Método Medida, Caudal y Caudal calculado (en el caso de obtener este dato a partir de una lectura en escala).

Para el listado de datos de aforos de una UH o SA, el usuario deberá seleccionar la UH o el SA a listar, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Medida, Cauce aforado, Método Medida, Caudal y Caudal calculado (en el caso de obtener este dato a partir de una lectura en escala).

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

En el caso de listados de una campaña, el usuario podrá seleccionar las fechas de inicio y fin del listado o bien la campaña de muestreo (año y trimestre o semestre), el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Medida, Cauce aforado, Método Medida, Caudal y Caudal calculado (en el caso de obtener este dato a partir de una lectura en escala).

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Listados de Situación de la Red de Control de Aforos

Estos listados tiene por objeto mostrar al usuario el estado de la red activa de hidrometría, para ello se ofrecerá un listado de todos los puntos de la red de control correspondiente al dominio territorial de una Oficina de Proyectos y para una campaña concreta, la cual será seleccionada por el usuario (año y trimestre o semestre). El listado contendrán la siguiente información:

UH, SA, NIPA, Fecha Medida, Cauce aforado, Método Medida, Caudal y Caudal calculado (en el caso de obtener este dato a partir de una lectura en escala),Tendencia a corto plazo, medio y largo plazo.

En el mismo listado se ofrecerá información sobre la campaña de referencia.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Estos listados serán exportables a ficheros de texto delimitados o a ficheros excel.

Tablas de datos hidrométricos

Esta herramienta permitirá al usuario obtener una tablas de datos o parámetros estadísticos de utilidad en los trabajos de interpretación de análisis de aforos.

Mediante esta herramienta se podrán obtener listados de datos hidrométricos, para un periodo de tiempo concreto y para una o varias unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos.

En primer término, se ofrecerá al usuario la posibilidad de seleccionar las unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos y posteriormente se permitirá seleccionar el periodo de datos (fecha inicio y fecha fin.

La herramienta mostrará un resumen de los datos seleccionados, indicando el número de registros por UH o SA.

La tabla de datos contendrá la siguiente información (registros por filas y parámetros o campos de información en columnas):

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Naturaleza, Utilización, Fecha Medida, Cauce aforado,

Método Medida, Caudal medido y Caudal calculado (en el caso de obtener este dato a partir de una lectura en escala).

Esta tabla de datos será exportable en forma de fichero de texto delimitado o como tabla de datos de excel.

En la últimas filas de datos se indicará el mínimo, el cuartil 25%, la mediana, el promedio, el cuartil 75%, el máximo, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

2.4 Explotación de datos de Extracciones

Esta tabla de datos ha sido recientemente incorporada a la Base de Datos AGUASXXI del IGME con el objetivo de controlar las extracciones que se efectúan desde un determinado acuífero o UH.

Por tanto, deben incluirse en GesdAguas una serie de herramientas que permitan la representación gráfica e interpretación de estos datos de extracciones.

Los gráficos que se proponen incluya GesdAguas deberán permitir representar las evolución temporal registrada mediante los datos de extracciones mensuales que contiene la tabla AGEX de la Base de Datos AGUASXXI del IGME; la representación de tendencias evolutivas de las extracciones y obtener listados y tablas de datos.

2.4.1 Gráficos de evolución de extracciones

El objetivo de este tipo de gráficos es representar las series temporales de extracciones, bien sean éstas de datos obtenidos sobre bombeos o captaciones directas en drenajes naturales.

Gráficos de evolución de un punto

La herramienta deberá permitir seleccionar los NIPA que pueden ser objeto de representación (pertenecer a la red de extracciones),

indicando la UH y el SA. Estos aparecerán ordenados por el NIPA o por la UH o el SA, según prefiera el usuario.

Seleccionado el NIPA, el usuario podrá elegir el paso de tiempo para la representación (mes, trimestre o semestre). El gráfico responderá a un gráfico tipo XY con el eje de abcisas representando la escala de tiempos y el eje de ordenadas las extracciones en m³.

El usuario tendrá acceso a modificar la escala de tiempo y la escala de extracciones (m³ o hm³) o a obtener una tabla con datos que será exportable a un fichero de datos delimitado o un fichero de hoja de cálculo (excel). La información contenida en matrices de datos tendrá la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Naturaleza, Profundidad, Utilización, Pasos de Tiempo (año y mes/trimestre/semestre), Dato de extracción por pasos de tiempo (mensual, trimestral o semestral) y Volumen anual.

Estos gráficos de evolución se podrán acompañar de series de piezometría o de descargas naturales o de evolución de la intrusión o de la precipitación registrada en las estaciones del INM.

Para el caso de las series de piezometría, la herramienta permitirá al usuario seleccionar el punto de referencia (listará los puntos de control piezométrico de la propia UH o SA, si el usuario lo desea, o los 5 puntos de control más próximos -indicando su UH y SA-) o bien hallará el valor promedio de piezometría de todos los puntos de la red de control de la UH o SA, todo ello a elección del usuario.

Igualmente operará con las series de hidrometría o de intrusión. Para la precipitación considerará las coordenadas del punto a representar y las coordenadas de las estaciones del INM con datos, seleccionando las 5 estaciones más próximas, calculando la precipitación representativa del punto de agua a partir de los datos de las estaciones seleccionadas.

En el gráfico se incluirá la siguiente información: NIPA, Sistema acuífero, Unidad Hidrogeológica, Naturaleza y Red de Extracciones a la que pertenece el punto.

Gráficos de evolución de un conjunto de puntos

La herramienta debe solicitar al usuario el paso de tiempo a utilizar en el gráfico (trimestral o semestral), mostrando los NIPA que pueden ser objeto de representación, indicando la UH y el SA al que pertenecen. Estos listados de selección podrán ordenarse por NIPA o por UH o SA.

Una vez el usuario seleccione los 5 NIPA, como máximo, la herramienta presentará el gráfico correspondiente, diferenciando cada punto de la red de extracciones por colores.

El usuario tendrá acceso a modificar la escala de tiempo y la escala de extracciones (m^3 o hm^3) o a obtener una tabla con datos que será exportable a un fichero de datos delimitado o un fichero de hoja de cálculo (excel). La información contenida en matrices de datos tendrá la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Naturaleza, Profundidad, Utilización, Pasos de Tiempo (año y mes/trimestre/semestre), Dato de extracción por pasos de tiempo (mensual, trimestral o semestral) y Volumen anual.

Gráficos de evolución de una UH o SA

La herramienta debe solicitar al usuario el paso de tiempo a utilizar en el gráfico (trimestral o semestral), demandando al usuario la UH o el SA que será objeto de análisis.

Una vez el usuario seleccione la UH o el SA la herramienta presentará el gráfico correspondiente, en el que los valores representados

responderán a la suma de todos los datos asociados a puntos de la red de extracciones perteneciente a la UH o SA objeto de análisis.

El usuario tendrá acceso a modificar la escala de tiempo y la escala de extracciones (m^3 o hm^3) o a obtener una tabla con datos que será exportable a un fichero de datos delimitado o un fichero de hoja de cálculo (excel). La información contenida en matrices de datos tendrá la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Naturaleza, Profundidad, Utilización, Pasos de Tiempo (año y mes/trimestre/semestre), Dato de extracción por pasos de tiempo (mensual, trimestral o semestral) y Volumen anual.

2.4.2 Gráfico de tendencias históricas

Mediante este tipo de gráficos se pretende evaluar la tendencia registrada en las extracciones, considerando cada punto de la red de control de extracciones por separado o para el conjunto de puntos pertenecientes a una UH o SA.

Para la representación de este tipo de gráficos, la consulta previa sólo permitirá al usuario definir el NIPA, si la consulta de tendencia se refiere a un punto concreto, o el Sistema Acuífero y/o la Unidad Hidrogeológica, si se refiere a un área concreta.

Aunque el periodo de tiempo de representación lo fija la propia herramienta, ésta permitirá al usuario definir el paso de tiempo de referencia en los cálculos de tendencia (trimestral, semestral o anual).

Mediante el menú de esta herramienta se accedería a los siguientes tipos de gráficos:

- Tendencia a corto plazo (desde la última fecha con datos y cinco años atrás)
- Tendencia a medio plazo (desde la última fecha con datos y 10 años atrás)
- Tendencia a largo plazo (desde la última fecha con datos y 25 años atrás)

Una vez fijado el NIPA o el área de referencia (UH o SA) y el tipo de gráfico de tendencias, la herramienta informará al usuario si los datos de que dispone la Base de Datos AGUASXXI permite obtener los gráficos de tendencias.

Estos gráficos corresponderán a gráficos del tipo XY, en el que el eje de abcisas representará una escala temporal y el eje de ordenadas a los valores de tendencia en las extracciones considerando el paso de tiempo fijado por el usuario (trimestral, semestral o anual).

Para el cálculo de los valores de tendencias se fijará el valor de extracciones para el paso de tiempo más reciente y se calcularán los valores de tendencia para un paso de tiempo determinado como la resta de las extracciones registradas para dicho paso de tiempo y el valor de extracciones para el paso de tiempo más reciente.

La representación de los valores de tendencias en los 5, 10 y 25 años previos permitirá trazar la línea de evolución de las extracciones a corto, medio y largo plazo y fijar el gradiente de la tendencia, cuyo valor negativo implicará una disminución de las extracciones y un valor positivo lo contrario (incremento de las extracciones).

El valor de la tendencia en las extracciones a corto, medio y largo plazo se fijará como el valor promedio de los correspondientes valores de tendencia.

El usuario dispondrá de la posibilidad de acceder a un menú de utilidades donde se obtendría una matriz con los valores estadísticos representados (las filas corresponderían a los pasos de tiempo fijados y las columnas a los datos estadísticos -mínimo, cuartiles, promedio y máximo). Esta matriz de datos sería imprimible o exportables como fichero de datos delimitados o fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico se incluirá la siguiente información: Sistema acuífero y Unidad Hidrogeológica.

2.4.3 Listados y Tablas de datos de extracciones

Junto con las salidas gráficas, muy útiles en la interpretación de los datos de extracciones, es necesario disponer de listados de datos que permitan conocer el estado de la Base de Datos AGUASXXI. A continuación se exponen los listados y tablas de que dispondría la herramienta GesdAguas.

Listado de datos de Extracciones

Desde estos listados, mediante el botón derecho del ratón, se podrá acceder a la edición, modificación o borrado del registro, facilitando al usuario estas labores de mantenimiento de los registros de extracciones.

Listados de Datos de Extracciones Puntuales

Los Listados de Datos de Extracciones permiten al usuario visionar los datos de extracciones existentes en la Base de Datos AGUASXXI (Listado genérico), los datos de extracciones disponibles para una determinada Unidad Hidrogeológica o Sistema Acuífero o, incluso, los datos de extracciones existentes en AGUASXXI para una determinada campaña (semestres).

Para el listado genérico, el usuario podrá limitar las fecha de inicio y fin del listado, de tal manera que sea factible listar desde todos los datos hasta los concretos a una determinada fecha. Estos listados, aparecerán ordenados por NIPA y Fechas de Medida, conteniendo la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Fecha Control, Método Cálculo, Procedencia, Tipo Dato, Tipo Encuesta, Caudal Aplicado, Caudales Mensuales y Caudal Anual.

Para el listado de datos de extracciones de una UH o SA, el usuario deberá seleccionar la UH o el SA a listar, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Control, Método Cálculo, Procedencia, Tipo Dato, Tipo Encuesta, Caudal Aplicado, Caudales Mensuales y Caudal Anual.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

En el caso de listados de una campaña, el usuario podrá seleccionar las fechas de inicio y fin del listado o bien la campaña de referencia, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Fecha Control, Método Cálculo, Procedencia, Tipo Dato, Tipo Encuesta, Caudal Aplicado, Caudales Mensuales y Caudal Anual.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Listados de Situación de la Red de Control de Extracciones

Estos listados tiene por objeto mostrar al usuario el estado de la red activa de extracciones, para ello se ofrecerá un listado de todos los puntos de la red de control correspondiente al dominio territorial de una Oficina de Proyectos y para una campaña concreta, la cual será seleccionada por el usuario. El listado contendrán la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Fecha Control, Método Cálculo, Procedencia, Tipo Dato, Tipo Encuesta, Caudal Aplicado, Caudales Mensuales, Caudal Anual, Tendencia a corto plazo, medio y largo plazo.

En el mismo listado se ofrecerá información sobre la campaña de referencia.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Estos listados serán exportables a ficheros de texto delimitados o a ficheros excel.

Tablas de datos de extracciones

Estas tablas permitirán al usuario obtener una tablas de datos o parámetros estadísticos de gran utilidad en los trabajos de interpretación de análisis de extracciones.

Mediante esta herramienta se podrán obtener tablas de datos de extracciones, para un periodo de tiempo concreto y para una o varias unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos.

En primer término, se ofrecerá al usuario la posibilidad de seleccionar las unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos y posteriormente se permitirá seleccionar el periodo de datos (fecha inicio y fecha fin).

La herramienta mostrará un resumen de los datos seleccionados, indicando el número de registros por UH o SA.

La tabla de datos contendrá la siguiente información (registros por filas y parámetros o campos de información en columnas):

NIPA, UH, SA, Fecha Control, Método Cálculo, Procedencia, Tipo Dato, Tipo Encuesta, Caudal Aplicado, Caudales Mensuales y Caudal Anual.

Esta tabla de datos será exportable en forma de fichero de texto delimitado o como tabla de datos de excel.

En la últimas filas de datos se indicará el mínimo, el cuartil 25%, la mediana, el promedio, el cuartil 75%, el máximo, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Cálculo del IEX

Este indicador tiene como objetivo informar al usuario sobre la magnitud de las extracciones a que está sometido un acuífero o incluso la totalidad de la cuenca.

Para ello se comparará la suma de las extracciones anuales registradas en la tabla AGEX para una determinada UH o SA, con el valor de recursos renovables para el año tipo medio fijados por el IGME para cada UH o SA.

La red de control del IGME no permite disponer de una cifra global de las extracciones efectuadas en la UH o SA, simplemente constituye una referencia sobre la posible evolución de las mismas, por tanto, la comparación de la cifra global de extracciones con el dato de recursos renovables para el año tipo medio constituye un indicador fidedigno de la evolución que están registrando las explotaciones de aguas subterráneas.

Dependiendo del valor que tome este indicador se establece la siguiente calificación:

- IEX menor que 0,20, situación de baja a moderada explotación
- IEX entre 0,2 a 0,60, situación de moderada a intensa explotación
- IEX entre 0,6 a 0,8, situación de explotación intensa
- IEX entre 0,8 y 1,2, situación de explotación intensa a muy intensa
- IEX mayor que 1,2, situación de explotación muy intensa

2.5 Explotación de datos de Piezometría

Los datos de piezometría existentes en la Base de Datos AGUASXXI se ubican en la tabla AGPZ.

Estos datos corresponden a medidas de la profundidad del nivel piezométrico tomadas en campañas de investigación hidrogeológica (campañas flash de piezometría) o realizados sobre pozos y sondeos pertenecientes a las redes de control y vigilancia de las aguas subterráneas.

Pag.55 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

Así, las medidas de piezometría incluidas en la Base de Datos AGUASXXI tiene un doble objetivo: análisis piezométrico de acuíferos mediante el análisis del flujo subterráneo y seguimiento de la piezometría. Este detalle presenta especial relevancia en cuanto a las herramientas específicas que se proyectan desarrollar para la explotación de los datos de piezometría.

2.5.1 Gráficos de Piezometría

Los gráficos a desarrollar para la explotación de los datos de pizometría estarán enfocados al análisis de series piezométricas relativas a un punto o a un conjunto de puntos que presentan una relación espacio-temporal.

Gráficos de evolución piezométrica

Este tipo de gráficos responde a la representación de la serie piezométrica registrada en un punto de control, o bien a un conjunto de puntos o incluso a una UH o SA.

Gráfico de evolución piezométrica de un punto

En este caso la herramienta permitirá al usuario seleccionar el punto a representar, para ello mostrará un listado de todos aquellos que pueden ser representados (más de 10 datos), indicando la UH y SA al que pertenecen y el periodo de tiempo que abarca la serie (fecha inicio y fecha de finalización). Este listado se podrá ordenar por NIPA o por UH o SA, según convenga al usuario.

Un vez seleccionado el NIPA, la herramienta mostrará el grafico XY en el que el eje de abcisas corresponderá a las fechas de medida y el eje de ordenadas a la cota piezométrica (m snm). El usuario podrá modificar la escala de tiempo (fecha inicio y fin de la serie).

El gráfico incluirá la UH, el SA, la naturaleza, la profundidad y la utilización.

Al focalizar sobre una medida, la herramienta mostrará la información registrada en la base de datos.

El usuario podrá acceder a una matriz con los siguientes datos:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Cota, Naturaleza, Utilización, Fecha Medida, Profundidad Nivel Piezométrico, Código de Surgencia, Duración Último Bombeo, Tiempo desde Último Bombeo y Cota Piezométrica.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica se incluirá la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM.

Para ello y considerando las coordenadas del punto a representar y las coordenadas de las estaciones del INM con datos, se seleccionarán las 5 estaciones más próximas, calculando la precipitación representativa del punto de agua a partir de los datos de las estaciones más próximas, aplicando pesos calculados a partir de la siguiente expresión:

$$b_i = 1 - \frac{d_i^2}{\sum_i d_i^2}$$

donde:

b_i , peso aplicable a los datos de una estación

d_i , distancia desde el punto de referencia a la estación i -ésima

De tal forma que la precipitación a representar en el gráfico se calcularía mediante la siguiente expresión:

$$P = \sum_i (b_i * p_i)$$

donde:

p_i , datos de precipitación registrados en la estación i -ésima.

Gráfico de evolución piezométrica de varios puntos

En este caso la herramienta permitirá al usuario seleccionar los puntos a representar, para ello mostrará un listado de todos aquellos que pueden ser representados (más de 10 datos), indicando la UH y SA al que pertenecen y el periodo de tiempo que abarca la serie (fecha inicio y fecha de finalización). Este listado se podrá ordenar por NIPA o por UH o SA, según convenga al usuario.

Un vez seleccionados los NIPA a representar, la herramienta mostrará el gráfico XY en el que el eje de abscisas corresponderá a las fechas de medida y el eje de ordenadas a las cotas piezométricas (m snm), distinguiendo los diferentes NIPA mediante colores. El usuario podrá modificar la escala de tiempo (fecha inicio y fin de la serie).

Este tipo de gráficos permitirá al usuario la representación de puntos complementarios (puntos que abarcan distintos periodos de tiempo pero que por su proximidad geográfica aportan una información piezométrica similar) de la red de control de piezometría.

El gráfico incluirá información sobre la UH, el SA, la naturaleza, la profundidad y la utilización de cada uno de los NIPA.

En el gráfico se indicará si el nivel es surgente, mayor que una determinada medida o si la captación donde se efectuó la medida está seca, de acuerdo con la simbología explicada anteriormente (Gráfico de evolución piezométrica de un punto). También se considerará si la medida corresponde a un nivel dinámico.

Al focalizar sobre una medida, la herramienta mostrará la información registrada en la base de datos.

El usuario podrá acceder a una matriz con los siguientes datos:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Cota, Naturaleza, Utilización, Fecha Medida, Código de Surgencia, Profundidad Nivel Piezométrico, Cota Piezométrica, Duración Último Bombeo y Tiempo desde Último Bombeo.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica se podrá incluir la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM, representando el valor medio de la precipitaciones de referencia correspondientes a cada uno de los NIPA representados.

Gráfico de evolución piezométrica de una UH o un SA

En este caso la herramienta permitirá al usuario seleccionar la UH o SA a representar, para ello mostrará un listado de todas aquellas UH o SA que pueden ser representados (disponer de puntos de control con más de 10 datos). En este listado de selección se indicará la UH o el SA, el número de puntos de control existentes y la serie temporal que puede ser representada.

La herramienta solicitará al usuario que elija el paso de tiempo a utilizar en la representación (trimestres o semestres), y si desea incluir en los cálculos sólo puntos de la red de control o cualquier medida.

Una vez seleccionados la UH o el SA a representar, la herramienta mostrará el gráfico XY en el que el eje de abscisas corresponderá a las fechas de medida y el eje de ordenadas a las cotas piezométricas (m snm).

Para las fechas la herramienta utilizará un paso de tiempo que habrá fijado previamente el usuario. Para el valor de la cota piezométrica se calculará el valor promedio de todas las medidas incluidas en el paso de tiempo. Se representará el valor promedio, el mínimo y el máximo, distinguiendo las series mediante colores. El usuario podrá modificar la escala de tiempo (fecha inicio y fin de la serie).

Para los cálculos se desestimarán los registros en los que el código de surgencia sea "mayor que" o seco y aquellos registros correspondientes a niveles dinámicos.

El usuario podrá acceder a una matriz con los siguientes datos:

UH, SA, Número de Medidas, Fecha Inicio de la serie, Fecha fin de la serie, Paso de tiempo (año y trimestre/semestre), Cota Piezométrica mínima, máxima y promedio.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica de la UH, el usuario podrá incluir la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM o la serie de extracciones registrada en la tabla AGEX de la Base de Datos AGUASXXI.

Para la representación de la serie de precipitaciones se calculará el valor medio de la precipitaciones de referencia correspondientes a cada uno de los puntos de control de que dispone la UH o el SA.

Para la representación de la serie de extracciones se calculará la suma de los datos disponibles para la UH o el SA.

Gráficos de descensos piezométricos

Este tipo de gráficos responde a la representación de la evolución comparada de la serie piezométrica registrada en un punto de control, o bien a un conjunto de puntos o incluso a una UH o SA.

Gráfico de descensos piezométricos de un punto

En este caso la herramienta permitirá al usuario seleccionar el punto a representar, para ello mostrará un listado de todos aquellos que pueden ser representados (más de 10 datos), indicando la UH y SA al que pertenecen y el periodo de tiempo que abarca la serie (fecha inicio y fecha de finalización). Este listado se podrá ordenar por NIPA o por UH o SA, según convenga al usuario.

El gráfico a representar corresponde a un gráfico tipo XY en el que el eje de abscisas es una escala temporal y el eje de ordenadas corresponde a descensos piezométricos registrados (en metros).

La herramienta fijará por defecto la escala temporal y la escala de descensos, permitiendo al usuario modificar cualquier de ellas.

Para calcular los descensos la herramienta seleccionará de la serie piezométrica el valor de cota piezométrica máxima (máximo llenado del acuífero) y calculará los descensos para una determinada fecha restando al valor de la cota piezométrica máxima la cota piezométrica registrada para esa fecha.

Por tanto al valor de piezometría máxima se corresponderá un valor cero y el resto de valores de la serie de descensos tomarán un valor positivo, tanto mayor cuanto mayor sea el descenso.

La herramienta permitirá al usuario trazar la línea de tendencia de los descensos (recta de regresión, cuyo gradiente informa sobre la evolución piezométrica registrada por el acuífero) y mostrará los valores estadísticos característicos de la serie de descensos (cuartil 25%, promedio, mediana, cuartil 75%, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación).

Al focalizar sobre cualquiera de los puntos de la serie, la herramienta mostrará al usuario el registro correspondiente del AGPZ con el valor de cota piezométrica y de descenso.

En el cálculo de descensos se considerarán los valores cuyo código de surgencia sea "mayor que" o seco, tomando como cota piezométrica los valores calculados según el criterio expuesto en el apartado "Gráfico de evolución piezométrica de un punto", identificándose en el gráfico estas circunstancias mediante la simbología descrita en este apartado.

En cambio no se considerarán los valores de nivel piezométrico dinámico.

En este gráfico se incluirá la serie de precipitación, calculada a partir de las 5 estaciones del INM más próximas.

Desde el gráfico el usuario podrá acceder a una matriz de datos donde se incluirán la siguientes información:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Cota, Naturaleza, Utilización, Fecha Medida, Código de Surgencia, Profundidad Nivel Piezométrico, Cota Piezométrica y Descenso, Duración Último Bombeo y Tiempo desde Último Bombeo.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

Gráfico de descensos piezométricos de una UH o un SA

En este caso la herramienta permitirá al usuario seleccionar la UH o SA a representar, para ello mostrará un listado de todas aquellas UH o SA que pueden ser representados (disponer de puntos de control con más de 10 datos). En este listado de selección se indicará la UH o el SA, el número de puntos de control existentes y la serie temporal que puede ser representada.

La herramienta solicitará al usuario que elija el paso de tiempo a utilizar en la representación (trimestres o semestres), y si desea incluir en los cálculos sólo puntos de la red de control o cualquier medida.

Un vez seleccionados la UH o el SA a representar, la herramienta mostrará el gráfico XY en el que el eje de abscisas corresponderá a las fechas de medida y el eje de ordenadas a los descensos registrados.

Para las fechas la herramienta utilizará un paso de tiempo que habrá fijado previamente el usuario. Para el valor de los descensos se tomará el valor promedio de todas la medidas piezométricas incluidas

en el paso de tiempo correspondiente, calculando los descensos a partir del valor promedio más alto (llenado del acuífero).

Se representará el valor promedio, el mínimo y el máximo, distinguiendo las series mediante colores. El usuario podrá modificar la escala de tiempo (fecha inicio y fin de la serie).

Para los cálculos se desestimarán los registros en los que el código de surgencia sea "mayor que" o seco y aquellos registros correspondientes a niveles dinámicos.

El usuario podrá acceder a una matriz con los siguientes datos:

UH, SA, Número de Medidas, Fecha Inicio de la serie, Fecha fin de la serie, Cota Piezométrica mínima, promedio y máxima, Descenso Piezométrico mínimo, promedio y máximo.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica de la UH, el usuario podrá incluir la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM o la serie de extracciones registrada en la tabla AGEX de la Base de Datos AGUASXXI.

Para la representación de la serie de precipitaciones se calculará el valor medio de la precipitaciones de referencia correspondientes a cada uno de los puntos de control de que dispone la UH o el SA.

Para la representación de la serie de extracciones se calculará la suma de los datos disponibles para la UH o el SA.

Gráfico de descensos acumulados de un punto

La herramienta permitirá al usuario seleccionar el punto a representar, para ello mostrará un listado de todos aquellos que pueden ser representados (más de 10 datos), indicando la UH y SA al

que pertenecen y el periodo de tiempo que abarca la serie (fecha inicio y fecha de finalización). Este listado se podrá ordenar por NIPA o por UH o SA, según convenga al usuario.

El gráfico a representar corresponde a un gráfico tipo XY en el que el eje de abcisas es una escala temporal y el eje de ordenadas corresponde a descensos registrados en metros.

La herramienta fijará por defecto la escala temporal y la escala de descensos, permitiendo al usuario modificar cualquier de ellas.

Para calcular los descensos acumulado y comenzando desde el primer dato de cota piezométrica, al que se asignará el valor cero, la herramienta irá restando la cota piezométrica registrada de la cota piezométrica registrada en la medida inmediatamente anterior, obteniendo el perfil de evolución relativo de la piezometría.

Los datos con código de surgencia mayor que y seco se considerarán, indicando mediante símbolos en el gráfico estas circunstancias utilizando la simbología expuesta en el apartado "Gráfico de evolución piezométrica de un punto". No se considerarán en los cálculos los niveles dinámicos.

La herramienta permitirá al usuario trazar la línea de tendencia de los descensos acumulados (recta de regresión), cuya pendiente será indicativa de la evolución piezométrica del acuífero.

Al focalizar sobre cualquiera de los puntos de la serie, la herramienta mostrará al usuario el registro correspondiente del AGPZ con el valor de cota piezométrica y de descenso acumulado.

En este gráfico se incluirá la serie de precipitación, calculada a partir de las 5 estaciones del INM más próximas.

Desde el gráfico el usuario podrá acceder a una matriz de datos donde se incluirán los siguientes datos:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM Huso 30, Coordenada Y UTM Huso 30, Cota, Naturaleza, Utilización, Fecha Medida,

Profundidad Nivel Piezométrico, Código de Surgencia, Duración Último Bombeo, Tiempo desde Último Bombeo, Cota Piezométrica y Descenso Acumulado.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o un fichero de hoja de cálculo (excel).

Gráfico de descensos acumulados de una UH o un SA

En este caso, la herramienta solicitará al usuario que elija el paso de tiempo a utilizar en la representación (trimestres o semestres), mostrando un listado de todas aquellas UH o SA que pueden ser representadas (disponen de puntos de control con más de 10 datos continuos), permitiendo al usuario seleccionar la UH o SA a representar.

En este listado de selección se indicará la UH o el SA, el número de puntos de control existentes y la serie temporal que puede ser representada.

La herramienta), y si desea incluir en los cálculos sólo puntos de la red de control o cualquier medida.

Una vez seleccionados la UH o el SA a representar, la herramienta mostrará el gráfico XY en el que el eje de abscisas corresponderá a las fechas de medida y el eje de ordenadas a los descensos acumulados.

Para las fechas la herramienta utilizará un paso de tiempo que habrá fijado previamente el usuario. Para el valor de los descensos acumulados se tomará el valor promedio de todas las medidas incluidas en el paso de tiempo correspondiente, partiendo del paso de tiempo inicial (valor cero) y restando el valor promedio para el paso de tiempo en cuestión del valor promedio para el paso de tiempo inmediatamente anterior. Por la forma de realizar los cálculos esta gráfica sólo tendrá sentido representarla en el caso de series continuas.

Se representará el valor promedio, el mínimo y el máximo, distinguiendo las series mediante colores. El usuario podrá modificar la escala de tiempo (fecha inicio y fin de la serie).

Para los cálculos se desestimarán los registros en los que el código de surgencia sea "mayor que" o seco y aquellos registros correspondientes a niveles dinámicos.

El usuario podrá acceder a una matriz con los siguientes datos:

UH, SA, Número de Medidas, Fecha Inicio de la serie, Fecha fin de la serie, Cota Piezométrica mínima, promedio y máxima, Descenso Acumulado mínimo, promedio y máximo.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica de la UH, el usuario podrá incluir la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM o la serie de extracciones registrada en la tabla AGEX de la Base de Datos AGUASXXI.

Para la representación de la serie de precipitaciones se calculará el valor medio de la precipitaciones de referencia correspondientes a cada uno de los puntos de control de que dispone la UH o el SA.

Para la representación de la serie de extracciones se calculará la suma de los datos disponibles para la UH o el SA.

Gráfico de tendencias de evolución piezométrica

Este tipo de gráficos responde a la representación de la serie piezométrica registrada en un punto de control, o bien a un conjunto de puntos o incluso a una UH o SA. También es factible realizar una representación de la evolución piezométrica de una cuenca hidrográfica (como suma de una serie de UH o SA).

Gráfico de tendencias de un punto

La herramienta permitirá al usuario seleccionar el punto a representar, para ello mostrará un listado de todos aquellos que pueden ser representados (más de 10 datos), indicando la UH y SA al que pertenecen y el periodo de tiempo que abarca la serie (fecha inicio y fecha de finalización). Este listado se podrá ordenar por NIPA o por UH o SA, según convenga al usuario.

El usuario podrá elegir la posibilidad de hacer gráficos considerando un paso de tiempo trimestral o semestral.

El gráfico a representar corresponde a un gráfico tipo XY en el que el eje de abcisas es una escala temporal y el eje de ordenadas corresponde a los valores de tendencias a corto (5 años), medio (10 años) y largo plazo (25 años).

Para el cálculo de los valores de tendencia a corto plazo la herramienta restará del valor promedio de las cotas piezométricas registrada para el paso de tiempo más reciente (trimestre o semestre), los valores promedio de los restantes pasos de tiempo que pueden definirse en un periodo de 5, 10 o 25 años, asignando esta diferencia al paso de tiempo en cuestión.

Se obtendrá así una serie de valores-tiempo de tal manera que valores positivos supondrán que se han producido ascensos (las últimas medidas de piezometría implican niveles más altos), mientras que los valores negativos implican descensos.

Los datos con código de surgencia mayor que y seco se considerarán, realizando los cálculos de cota piezométrica que se expusieron en el apartado "Gráfico de evolución piezométrica de un punto". No se considerarán en los cálculos los niveles dinámicos.

El promedio de los valores de tendencia calculados según se considere a corto, medio y largo plazo, corresponderá al valor de tendencia a

corto, medio y largo plazo, de tal forma que el usuario tendrá acceso a una matriz de datos con la siguiente información:

UH, SA, Número de Medidas, Fecha Inicio de la serie, Fecha fin de la serie, Cota Piezométrica mínima, promedio y máxima, Tendencia promedio a corto, medio y largo plazo.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica, el usuario podrá incluir la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM más próximas.

Junto con el gráfico de tendencias, sobre el que el usuario podrá trazar la línea de evolución (recta de regresión), cuya pendiente informa sobre la tendencia de la piezometría registrada a corto, medio o largo plazo, según se trate, el usuario podrá obtener un gráfico sinóptico de tendencias.

Este gráfico sinóptico corresponderá a un gráfico XY con tres valores para el eje de abcisas: Corto plazo, Medio plazo y Largo plazo, en el que se representan en el eje de ordenadas las tendencias correspondientes.

Gráfico de descensos acumulados de una UH o un SA

En este caso la herramienta permitirá al usuario seleccionar la UH o SA a representar, para ello mostrará un listado de todas aquellas UH o SA que pueden ser representados (disponer de puntos de control con más de 10 datos). En este listado de selección se indicará la UH o el SA, el número de puntos de control existentes y la serie temporal que puede ser representada.

La herramienta solicitará al usuario que elija el paso de tiempo a utilizar en la representación (trimestres o semestres), y si desea incluir en los cálculos sólo puntos de la red de control o cualquier medida.

Un vez seleccionados la UH o el SA a representar, la herramienta mostrará el gráfico XY en el que el eje de abscisas es una escala temporal, con la división en pasos de tiempo seleccionada por el usuario, y el eje de ordenadas corresponde a los valores de tendencias.

Para el cálculo de los valores de tendencia a corto plazo la herramienta comparará el valor promedio de las cotas piezométricas registrada para el paso de tiempo más reciente (trimestre o semestre), con los valores promedio de los restantes pasos de tiempo que pueden definirse en un periodo de 5, 10 o 25 años.

Se obtendrá así una serie de valores-tiempo de tal manera que valores positivos supondrán que se han producido ascensos (las últimas medidas de piezometría implican niveles más altos), mientras que los valores negativos implican descensos.

Los datos con código de surgencia mayor que y seco se considerarán, realizando los cálculos de cota piezométrica que se expusieron en el apartado "Gráfico de evolución piezométrica de un punto". No se considerarán en los cálculos los niveles dinámicos.

La herramienta permitirá al usuario trazar la línea de evolución de los valores de tendencia calculados (recta de regresión), calculando el gradiente de la tendencia. Valores positivos en el gradiente implicarán una tendencia de recuperación de niveles, mientras que un gradiente negativo implicará una tendencia de descensos de niveles, tanto más acuciada cuanto mayor sea el gradiente.

El usuario podrá acceder a una matriz con los siguientes datos:

UH, SA, Número de Medidas, Fecha Inicio de la serie, Fecha fin de la serie, Cota Piezométrica mínima, promedio y máxima, Tendencia promedio a corto, medio y largo plazo.

Esta matriz de datos será exportable mediante fichero de datos delimitado o a fichero de hoja de cálculo (excel).

En el gráfico de evolución piezométrica de la UH, el usuario podrá incluir la serie de precipitación registrada en las estaciones del INM o la serie de extracciones registrada en la tabla AGEX de la Base de Datos AGUASXXI.

Para la representación de la serie de precipitaciones se calculará el valor medio de la precipitaciones de referencia correspondientes a cada uno de los puntos de control de que dispone la UH o el SA.

Para la representación de la serie de extracciones se calculará la suma de los datos disponibles para la UH o el SA.

La herramienta permitirá al usuario trazar el correspondiente gráfico sinóptico de tendencias para la UH o SA considerado.

2.5.2 Listados de datos piezométricos

Junto con las salidas gráficas, que pueden ser utilizadas en la interpretación de los datos de piezometría, es necesario disponer de listados de datos que permitan conocer el estado de la Base de Datos AGUASXXI. A continuación se exponen los listados y tablas de que dispondría la herramienta GesdAguas.

Listado de datos de Piezometría

Desde estos listados, mediante el botón derecho del ratón, se podrá acceder a la edición, modificación o borrado del registro, facilitando al usuario estas labores de mantenimiento de los registros de piezometría.

Listados de Datos de Piezometría Puntuales

Los Listados de Datos de Piezometría permiten al usuario visionar los datos de niveles piezométricos existentes en la Base de Datos AGUASXXI (Listado genérico), los datos de niveles disponibles para una

determinada Unidad Hidrogeológica o Sistema Acuífero o, incluso, los datos de niveles existentes en AGUASXXI para una determinada campaña (semestres).

Para el listado genérico, el usuario podrá limitar las fecha de inicio y fin del listado, de tal manera que se podrán listar desde todos los datos hasta los concretos a una determinada fecha. Estos listados, aparecerán ordenados por NIPA y Fechas de Medida, conteniendo la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Fecha Media, Prof. Niv. Piezom, Cota Piezométrica, Código de Surgencia, Tiempo desde Último Bombeo y Duración Último Bombeo.

Para el listado de datos de piezometría de una UH o SA, el usuario deberá seleccionar la UH o el SA a listar, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Fecha Media, Prof. Niv. Piezom, Cota Piezométrica, Código de Surgencia, Tiempo desde Último Bombeo y Duración Último Bombeo.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

En el caso de listados de una campaña, el usuario podrá seleccionar las fechas de inicio y fin del listado o bien la campaña de referencia, el contenido de estos listados será el siguiente:

UH, SA, NIPA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Fecha Media, Prof. Niv. Piezom, Cota Piezométrica, Código de Surgencia, Tiempo desde Último Bombeo y Duración Último Bombeo.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Listados de Situación de la Red de Control Piezométrica

Estos listados tiene por objeto mostrar al usuario el estado de la red activa de piezometría, para ello se ofrecerá un listado de todos los puntos de la red de control correspondiente al dominio territorial de una Oficina de Proyectos y para una campaña concreta, la cual será seleccionada por el usuario. El listado contendrán la siguiente información:

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Fecha Media, Prof. Niv. Piezom, Cota Piezométrica, Código de Surgencia, Tiempo desde Último Bombeo, Duración Último Bombeo, Tendencia a corto, medio y largo plazo.

En el mismo listado se ofrecerá información sobre la campaña de referencia.

En el listado, al final de la cada UH o SA se dejara una línea de separación.

Estos listados serán exportables a ficheros de texto delimitados o a ficheros excel.

Tablas de datos de Piezometría

Esta herramienta permitirá al usuario obtener una tablas de datos o parámetros estadísticos de gran utilidad en los trabajos de interpretación de análisis piezométricos.

Mediante esta herramienta se podrán obtener tablas de datos de piezometría, para un periodo de tiempo concreto y para una o varias unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos.

En primer término, se ofrecerá al usuario la posibilidad de seleccionar las unidades hidrogeológicas o sistemas acuíferos y posteriormente se permitirá seleccionar el periodo de datos (fecha inicio y fecha fin).

Pag.73 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

La herramienta mostrará un resumen de los datos seleccionados, indicando el número de registros por UH o SA.

La tabla de datos contendrá la siguiente información (registros por filas y parámetros o campos de información en columnas):

NIPA, UH, SA, Coordenada X UTM (Huso 30), Coordenada Y UTM (Huso 30), Cota, Fecha Media, Prof. Niv. Piezom, Cota Piezométrica, Código de Surgencia, Tiempo desde Último Bombeo y Duración Último Bombeo.

Esta tabla de datos será exportable en forma de fichero de texto delimitado o como tabla de datos de excel.

En la últimas filas de datos se indicará el mínimo, el cuartil 25%, la mediana, el promedio, el cuartil 75%, el máximo, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Cálculo del IEP de una UH o SA

Esta herramienta está enfocada a conocer el estado piezométrico de un acuífero considerando los datos de niveles de que dispone la Base de Datos AGUASXXI del IGME, calculando lo que se denomina como Índice del Estado Piezométrico (IEP).

La herramienta considerará como paso de tiempo el semestre, de tal manera que se asegure que existan datos para casi la totalidad de las series temporales de piezometría vinculadas a los puntos de la red de control y vigilancia del IGME.

Así, partiendo de los datos de cotas piezométricas disponibles para cada semestre (pertenecientes a la red de piezometría), se estimará la cota piezométrica promedio del acuífero para el semestre, obteniendo de esta manera una serie temporal de valores promedio de piezometría. A estos valores de cotas piezométricas se les denominará como cota piezométrica equivalente.

Tomando el valor máximo de la serie de valores promedio de piezometría se obtendría la cota piezométrica equivalente a la situación de máximo llenado del acuífero.

La cota de rebose, marcada por las surgencias naturales o por la cota del nivel del mar en los acuíferos costeros, constituiría la cota piezométrica equivalente a la situación que podríamos denominar como de mínimo llenado del acuífero.

Cualquier valor de la cota piezométrica equivalente inferior a la cota de descarga implicaría una situación de desequilibrio en la explotación del acuífero.

El IEP se calcularía considerando las definiciones anteriormente expuestas utilizando la siguiente expresión:

$$IEP = (CPEq - CPEq_{MIN}) / (CPEq_{MÁX} - CPEq_{MIN})$$

donde:

IEP, índice de estado de piezometría

CPEq, cota piezométrica equivalente para el semestre

CPEq_{MÁX}, cota piezométrica equivalente para la situación de máximo llenado

CPEq_{MIN}, cota piezométrica equivalente para la situación de vaciado (cota de descarga)

El rango de valores que podría tomar este indicador tendría la siguiente interpretación:

- Valores próximos a 1 (0,6 a 1), el acuífero se encuentra poco explotado y funciona casi en régimen natural, la influencia de los bombeos es de escasa importancia.
- Valores entre 0,6 a 0,2, implicaría que el acuífero se encuentra bajo un régimen de explotación moderado a intenso.
- Valores entre 0,2 y 0, se podrían interpretar como situaciones de explotación intensas.
- Valores negativos próximos a cero (0 a -0,2) implicarían situaciones de déficit hidrogeológico por un explotación intensa a muy intensa.
- Valores negativos por debajo de -0,20 implicaría situaciones de desequilibrio graves (sobreexplotación), tanto más intensas cuanto

menor sea el valor de este indicativo, como consecuencia de regímenes de aprovechamiento muy intensivos de las aguas subterráneas.

Para el cálculo de este IEP la UH o SA debe disponer de al menos 3 puntos de control piezométrico que hayan sido medidos con continuidad durante un periodo de control suficientemente representativo (10 años). Es posible que algún punto de control dejara de medirse en un instante determinado y se sustituyese por otro, para soslayar este problema, el valor de cota piezométrica de un punto de control se calculará como promedio de su valor y de los puntos de control situados en un entorno de 1 km, por tanto se considerarán todos los puntos de control de las redes activa o histórica.

2.6 Consultas de datos del Maestro

Este tipo de consultas están enfocados a obtener información contenida en la tabla Maestro (AGMA) y asociadas, bien para realizar tablas de datos exportables en forma de fichero de datos delimitados o fichero de hoja de cálculo (excel); o bien para obtener listados de datos estadísticos sobre los registros contenidos en la Base de Datos AGUASXXI.

2.6.1 Tablas de Datos

Para la obtención de tablas de datos es preciso partir de una consulta, de tal forma, que la herramienta deberá permitir al usuario formular una consulta lo más amplia posible, filtrando por los diferentes campos codificados de que dispone la tabla AGMA y por campos intermedios donde se informe de si el NIPA posee columna litológica, datos de niveles/caudales o datos de ensayos de bombeo.

Para ello la herramienta mostrará al usuario una pantalla de consulta donde pueda establecer los filtros correspondientes.

Una vez que el usuario marque los filtros de la consulta, la herramienta mostrará una tabla con el contenido de la consulta en forma de matriz (las filas corresponderán a registros y las columnas a los campos de información seleccionados).

Desde esta matriz de datos el usuario podrá acceder, con ayuda del botón derecho del ratón, a los menús de mantenimiento (modificación o baja).

Pag.76 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

Asimismo, podrá exportar esta matriz de datos a un fichero de texto delimitado o a un fichero de hoja de cálculo (excel).

2.6.2 Listados Estadísticos

Los listados estadísticos tienen como objetivo informar al usuario sobre el volumen de información contenido en la Base de Datos AGUASXXI.

Estos informes de situación o Listados Estadísticos contendrá información estructurada por UH o SA, según prefiera el usuario.

Listados Estadísticos para una UH o SA

La herramienta permitirá al usuario seleccionar la UH o SA, listando la siguiente información ordenada según el NIPA:

UH, SA, NIPA, Redes a las que pertenece el punto, Número de Litologías asociadas, Número de niveles/caudales asociados, Número de medidas según redes, Fecha de inicio y fin de la serie.

Esta matriz de datos será exportable a un fichero de texto delimitado o a un fichero de hoja de cálculo (excel).

Listados Estadísticos globales

La herramienta permitirá listar toda la información contenida en la Base de Datos AGUASXXI, incluyendo la siguiente información ordenada según la UH o SA, según elija el usuario:

UH, SA, Número de puntos de agua, Número de Litologías asociadas, Número de niveles/caudales asociados, Número de puntos según Redes de control, Número de medidas según redes y Fecha de inicio y fin de la serie, Indicadores (ICG, IEP, IEB e IEI).

Esta matriz de datos será exportable a un fichero de texto delimitado o a un fichero de hoja de cálculo (excel).

2.7 Explotación datos Columnas Litológicas

Esta herramienta tiene como objetivo la representación gráfica de la información contenida en los ficheros de litologías (AGLI) y de características técnicas (AGTE).

Se trata de representar los datos de perforación, columna litológica atravesada y revestimiento asociados a un determinado NIPA.

Por tanto, al acceder a esta herramienta se presentará al usuario un listado de los NIPA que pueden ser representados, por disponer de 3 o más registros de litologías.

Así, la herramienta ofrecerá un listado de los NIPA que pueden ser representados con indicación de los registros de litologías y características técnicas asociados, ordenado según el NIPA o la UH o SA, a elección del usuario.

Mediante el botón derecho del ratón el usuario tendrá acceso a los menús de mantenimiento de los registros de litologías y características técnicas del NIPA en concreto.

Una vez el usuario seleccione un NIPA o varios NIPA, la herramienta mostrará las correspondientes columnas litológicas, acompañadas de la información disponible sobre la perforación y el revestimiento.

Queda por elaborar el contenido de estas columnas litológicas, para lo cual cada Oficina de Proyectos aportará sus ideas al respecto.

La columna litológica irá acompañada de información sobre el punto:

UH, SA, Coordenada X e Y (UTM Huso 30), Cota, Red a la que pertenece, Naturaleza, Profundidad, Utilización del agua y Equipamiento de Bombeo.

La columna litológica será imprimible o exportable a un fichero de mapa de bits.

2.8 Herramienta de carga de datos del INM

Será preciso desarrollar una herramienta que permita incluir los datos procedentes del INM (Precipitación mensual y temperatura media mensual) en la Base de Datos AGUASXXI, para lo que, previamente, será necesario implementar en dicha base de datos las tablas necesarias para albergar esta información.

Esta herramienta será capaz de leer los ficheros provenientes del INM y transferirlos a las tablas específicas de la Base de Datos AGUASXXI, informando de los datos que hayan sido trasvasados.

2.9 Herramienta para carga de datos del Laboratorio del IGME

Esta herramienta debe permitir el trasvase de la información generada por los laboratorios del IGME a la base de datos AGUASXXI.

La herramienta emitirá un informe con los datos trasvasados, indicando si existen problemas.

3. HERRAMIENTAS EXPLOTACIÓN AVANZADAS

Las herramientas de explotación avanzadas se consideran de dos categorías:

- Aquellas que permiten la conexión a programas específicos (software técnico comercial) que utiliza el IGME para los estudios hidrogeológicos.
- Aquellas que permiten la conexión con aplicaciones específicas desarrolladas por el IGME.

3.1 Herramientas de conexión a programas específicos

El IGME utiliza una serie de programas comerciales para la explotación de los datos hidrogeológicos.

El tratamiento específico que pueden desarrollar estos programas no tiene sentido que sea sustituido mediante una herramienta desarrollada bajo GesdAguas, por tanto se plantea la posibilidad de conectar estos programas comerciales a la Base de Datos AGUASXXI a través de GesdAguas.

Para ello GesdAguas deberá generar ficheros de datos compatibles con las entradas a estos programas. Para la generación de los ficheros de datos, GesdAguas debe permitir al usuario realizar consultas específicas sobre la Base de Datos AGUASXXI mediante la interposición de filtros.

3.1.1 Conexión a Surfer

El programa comercial Surfer está desarrollado por Golden Software, Inc. Y es un programa que permite realizar interpolaciones, efectuar cálculos de superficie y volúmenes, el trazado de isolíneas y la representación bi o tridimensional de las superficies de interpolación generadas.

Esta herramienta presenta especial interés en la interpretación de datos hidroquímicos, de intrusión y piezométricos.

Los ficheros de entrada de datos pueden corresponder a un fichero de datos delimitado o a un fichero de hoja de cálculo (excel), que deben incorporar columnas con información de la ubicación del dato.

Desde el panel de consultas de Access 97 el usuario podrá montar una consulta y exportarla como un fichero excel, legible por Surfer.

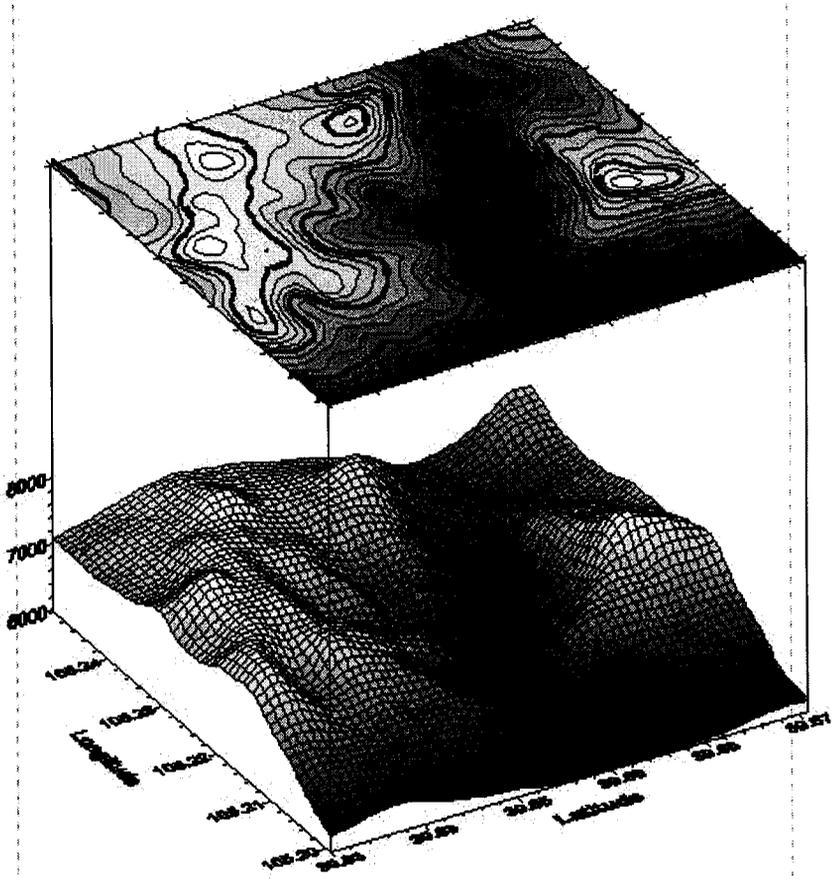


Gráfico 9. Imagen de Surfer

No obstante, podrían desarrollarse ciertas herramientas en GesdAguas para la generación de ficheros de conexión con surfer, tanto para análisis químicos, como para datos de intrusión o para datos de piezometría, que contuvieran como columnas la siguiente información: Coordenada X (UTM Huso 30), Coordenada Y (UTM Huso 30), Valor y Etiqueta.

3.1.2

Conexión con AQUACHEM

El programa comercial AQUACHEM está desarrollado por Waterloo Hydrogeologic, Inc. Esta herramienta presenta interés en la interpretación de datos hidroquímicos, ya que permite el análisis de datos hidrogeoquímicos mediante el uso de técnicas estadísticas y gráficos hidroquímicos, si bien, algunos de estos gráficos podrían ser incorporados a la aplicación GesdAguas como herramientas de explotación, perdiendo interés el uso de esta herramienta.

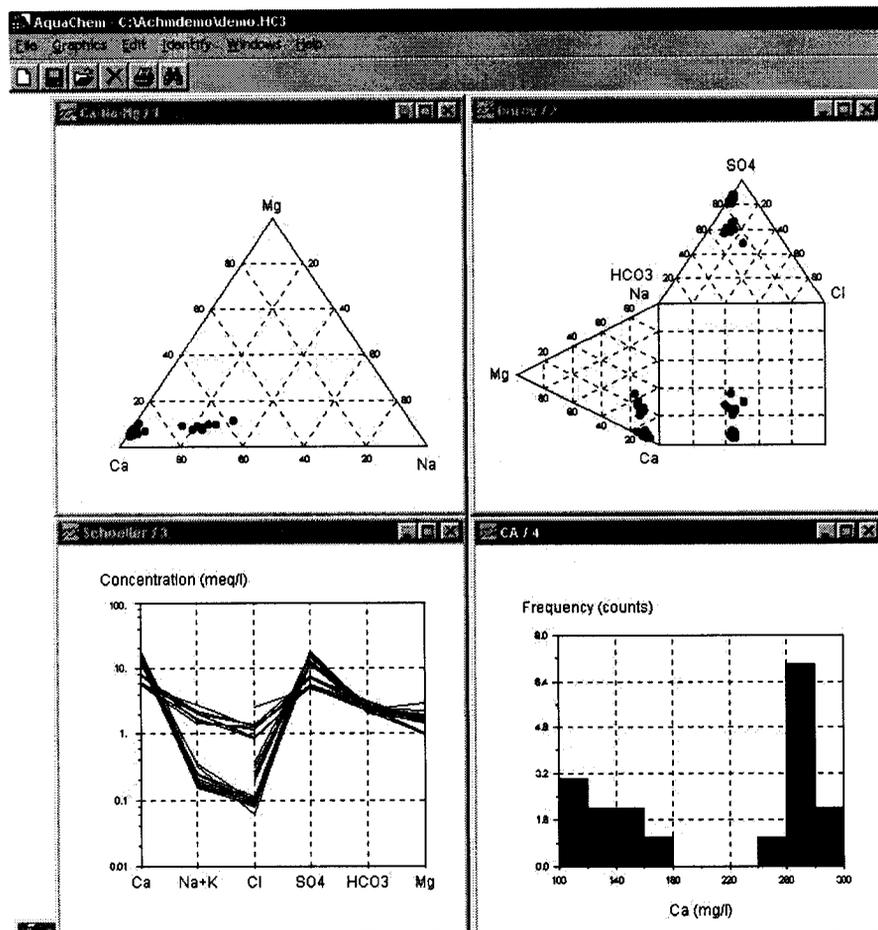


Gráfico 10. Ejemplos de gráficos en AQUACHEM

Los ficheros de entrada de datos pueden corresponder a un fichero de datos delimitados o un fichero de hoja de cálculo (excel), que deben incorporar una primera fila con el identificativo de la columna.

Pag.82 de 91	Herramientas de Explotación Clásicas de la Base de Datos AGUASXXI	
	Versión 2.0	26/09/03

Desde el panel de consultas de Access 97 el usuario podrá montar una consulta y exportarla como un fichero excel o ascii, legible por Aquachem.

No obstante, podrían desarrollarse ciertas herramientas en GesdAguas para la generación de ficheros de conexión con Aquachem. A su vez, este programa tiene un gestor de base de datos.

3.1.3 Conexión con PHREEQ-C

Este programa permite el análisis hidroquímico de la mezcla de aguas de diferente naturaleza.

Para su utilización exige de información complementaria a la existente en la Base de Datos AGUASXXI, por tanto, para la generación de los archivos que precisa este software será necesario definir tablas auxiliares en la Base de Datos AGUASXXI.

No obstante, desde AQUACHEM es factible generar ficheros de datos para PHREEQ-C, por tanto, se podría utilizar este software como puente de intercambio.

3.1.4 Conexión con AquiferTest

El programa comercial AquiferTest desarrollado por Waterloo Hydrogeologic, Inc constituye una herramienta de gran interés para la interpretación de ensayos de bombeo y slug-test.

Los ficheros de entrada de datos pueden corresponder a un fichero de datos delimitados o un fichero de hoja de cálculo (excel).

Desde el panel de consultas de Access 97 el usuario podrá montar una consulta y exportarla como un fichero excel o ascii, legible por AquiferTest, incluso pegar el contenido de la consulta en el portapapeles de Windows y depositar la información en las pantallas de AquiferTest.

No obstante, podrían desarrollarse ciertas herramientas en GesdAguas para la generación de ficheros de conexión con AquiferTest.

3.2 Herramientas de conexión a aplicaciones desarrolladas por el IGME

Junto con los programas comerciales utilizados por el IGME para la interpretación de datos hidrogeológicos, existen otras herramientas que han sido desarrolladas por el IGME o están siéndolo en este momento.

Considerando las herramientas desarrolladas por el IGME presenta un gran interés la conexión de la Base de Datos AGUASXXI a las siguientes aplicaciones: HIDROBAS (programa para el tratamiento de series de datos climatológicos) y SIAS (Sistema de Información Geográfica de Aguas Subterráneas).

3.2.1 Conexión con HIDROBAS

Esta herramienta, desarrollada por el IGME en colaboración con la ETSI de Minas de Madrid (UPM), permite el tratamiento de los datos climatológicos,

Dispone de herramientas para la restitución de series, para calcular los años tipo, para calcular las funciones de ajuste de series de aportaciones pluviométricas, para calcular la evapotranspiración potencial y para calcular el balance de agua en el suelo, como medio para estimar la lluvia útil.

Para la utilización de esta aplicación es preceptivo disponer en la Base de Datos AGUASXXI de tablas que permitan almacenar la información climatológica procedente del INM.

Asimismo, exige restablecer las consultas previas a la Base de Datos AGUASXXI que generen los ficheros de datos que serán utilizados por Hidrobas. Estos ficheros corresponden a ficheros de texto delimitados.

3.2.2 Conexión con SIAS

La herramienta SIAS pretende ser un Sistema de Información Geográfica de Aguas Subterráneas y por tanto, constituirá una herramienta de gran utilidad en la explotación de los datos hidrogeológicos contenidos en la Base de Datos AGUASXXI.

Parece conveniente que se dispongan de una conexión entre la Base de Datos AGUASXXI y esta herramienta desarrollada sobre ArcView, de manera que la información hidrogeológica básica que maneje SIAS esté fundamentada en la propia base de datos hidrogeológica que manejarán las Oficinas de proyectos del IGME.

Para ello se deberá establecer una conexión entre SIAS (ArcView) y la Base de Datos AGUASXXI, de tal manera que cada vez que el usuario pueda abrir la aplicación SIAS desde GesdAguas, o bien, que al abrir SIAS esta herramienta se conecte con AGUASXXI, permitiendo al usuario disponer de un SIG con información hidrogeológica actualizada.

Bajo este esquema de funcionamiento se dotaría a las Oficinas de Proyectos de una herramienta, GesdAguas, que permita la gestión documental de la Base de Datos AGUASXXI y la explotación de los datos en ella contenidos, mediante las herramientas básicas de gráficos y listados/tablas, así como la conexión a software comercial (Surfer, AquaChem, AquiferTest, Hidorbas, Phreeque, etc); y de una herramienta, SIAS, para la conjugación de los datos hidrogeológicos básicos contenidos en AGUASXXI con el resto de información hidrogeológica de que dispone el IGME.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. HERRAMIENTAS BÁSICAS DE EXPLOTACIÓN	2
2.1 Explotación de Datos de Calidad	2
2.1.1 Gráficos de Calidad	3
Gráficos para la interpretación de un análisis.....	3
Diagrama de Schoeller-Berkaloff.....	3
Diagrama de Potabilidad	4
Diagrama de Riverside	6
Diagrama de Wilcox.....	7
Gráficos para la interpretación de un conjunto de análisis.....	7
Diagrama de Stiff	8
Diagrama de Piper-Langellier	9
Gráficos de evolución para cualquier elemento	10
Gráfico de tendencias históricas	14
Gráficos XY para enfrentar dos elementos.....	16
2.1.2 Listados y Tablas de Calidad.....	17
Listado de datos de Calidad de las Aguas	18
Listados de Datos Hidroquímicos	18
Listados de Situación de la Red de Control.....	19
Tablas de datos hidroquímicos	20
Cálculo del ICG.....	21
2.2 Explotación de Datos de Intrusión.....	25
2.2.1 Gráficos de Intrusión	25
Gráficos de evolución del contenido en cloruros o la conductividad.....	26
Gráfico de tendencias históricas	29
2.2.2 Listados y Tablas de Intrusión.....	31
Listado de datos de Intrusión.....	31
Listados de Datos de Intrusión	31
Listados de Situación de la Red de Control de Intrusión	32
Tablas de datos de intrusión	33
Cálculo del IEL.....	34

2.3	Explotación de datos de Hidrometría	35
2.3.1	Gráficos de aforos.....	35
	Gráficos de evolución de la descarga	36
	Gráficos de evolución.....	36
	Gráficos de evolución conjunta	37
	Gráficos de evolución.....	38
	Gráfico de tendencias históricas.....	39
	Gráficos de Interpretación.....	41
	Cálculo de la curva de agotamiento.....	41
	Cálculo de la curva de gasto.....	41
	Cálculo de caudales en aforos con micromolinete	42
2.3.2	Listados y Tablas de Aforos	43
	Listado de datos de Hidrometría.....	43
	Listados de Datos de Aforos.....	43
	Listados de Situación de la Red de Control de Aforos.....	44
	Tablas de datos hidrométricos.....	45
2.4	Explotación de datos de Extracciones.....	46
2.4.1	Gráficos de evolución de extracciones	46
	Gráficos de evolución de un punto.....	46
	Gráficos de evolución de un conjunto de puntos.....	48
	Gráficos de evolución de una UH o SA	48
2.4.2	Gráfico de tendencias históricas.....	49
2.4.3	Listados y Tablas de datos de extracciones	51
	Listado de datos de Extracciones	51
	Listados de Datos de Extracciones Puntuales.....	51
	Listados de Situación de la Red de Control de Extracciones	52
	Tablas de datos de extracciones	53
	Cálculo del IEX.....	54
2.5	Explotación de datos de Piezometría	54
2.5.1	Gráficos de Piezometría	55
	Gráficos de evolución piezométrica	55
	Gráfico de evolución piezométrica de un punto.....	55
	Gráfico de evolución piezométrica de varios puntos.....	58
	Gráfico de evolución piezométrica de una UH o un SA	59
	Gráficos de descensos piezométricos	60

Gráfico de descensos piezométricos de un punto	60
Gráfico de descensos piezométricos de una UH o un SA	62
Gráfico de descensos acumulados de un punto	63
Gráfico de descensos acumulados de una UH o un SA.....	65
Gráfico de tendencias de evolución piezométrica	66
Gráfico de tendencias de un punto	67
Gráfico de descensos acumulados de una UH o un SA.....	68
2.5.2 Listados de datos piezométricos.....	70
Listado de datos de Piezometría	70
Listados de Datos de Piezometría Puntuales	70
Listados de Situación de la Red de Control Piezométrica	72
Tablas de datos de Piezometría	72
Cálculo del IEP de una UH o SA	73
2.6 Consultas de datos del Maestro.....	75
2.6.1 Tablas de Datos	75
2.6.2 Listados Estadísticos	76
Listados Estadísticos para una UH o SA.....	76
Listados Estadísticos globales	76
2.7 Explotación datos Columnas Litológicas.....	77
2.8 Herramienta de carga de datos del INM.....	78
2.9 Herramienta para carga de datos del Laboratorio del IGME	78
3. HERRAMIENTAS EXPLOTACIÓN AVANZADAS.....	79
3.1 Herramientas de conexión a programas específicos.....	79
3.1.1 Conexión a Surfer.....	79
3.1.2 Conexión con AQUACHEM.....	81
3.1.3 Conexión con PHREEQ-C	82
3.1.4 Conexión con AquiferTest	82
3.2 Herramientas de conexión a aplicaciones desarrolladas por el IGME.....	83
3.2.1 Conexión con HIDROBAS	83
3.2.2 Conexión con SIAS	84