

GRUPO ESPECIALIZADO DEL AGUA

El Grupo Especializado del Agua ha celebrado el pasado día 13 de Junio, la Asamblea General Extraordinaria en la cual fué elegida su Junta Directiva. Se inicia así una nueva etapa, después de que una Comisión Gestora desarrollara su Reglamento y convocara las elecciones.

La Junta Directiva se ha constituido, procurando que estén en ella compañeros que abarquen el mayor número de campos de trabajo, dentro de la actividad que desarrollamos los Ingenieros de Minas en el ámbito de las aguas.

La composición de la Junta Directiva es la siguiente:

Presidente:	Juan Antonio López Geta
Vicepresidente:	José Félix Ibáñez Guerra
Secretario:	Jose María Pernía Llera
Tesorero:	Tomás Benito García Ruiz
Vocales:	Adolfo Rodríguez González
	Enrique Dupuy de Lôme y Sánchez Lozano
	José López-Aranguren Marcos

Entre los objetivos de esta Junta, que planteó y explicó en la Asamblea, se destacan principalmente los siguientes:

- Celebración de una conferencia trimestralmente, sobre algún tema referente al agua, que se considere interesante bien técnicamente o por su actualidad.

- Coparticipar o realizar Jornadas Técnicas, cuya celebración será anual. La primera de ellas se celebrará en Febrero, bajo el lema "Tecnología del Agua en la Minería" y se realizará en colaboración con el Instituto Tecnológico Geominero de España.
- No establecer cuota para pertenecer al Grupo, siendo sólo necesaria la solicitud de ingreso.

Dentro de esta línea de actuación se ha celebrado el día 27 de Julio, la primera conferencia con el título "El agua como recurso renovable". Fué impartida por el Profesor Jan Silar de la Universidad Carolingia de Praga y tuvo una cordial acogida. Este mismo día se concedió y entregó la tercera edición del premio "Carlos Ruiz Celaá", cuya semblanza, significado e historia será desarrollado en otro número de nuestra revista.

A continuación se recoge un resumen del contenido de la conferencia expuesta por el Profesor Jan Silar.

EL AGUA COMO RECURSO RENOVABLE

La hidrología de superficie utiliza como modelo matemático el balance hídrico simplificado, al extender la duración en el tiempo del mismo al año hidrológico y por lo tanto despreciar los cambios temporales de almacenamiento en el sistema.

La ecuación queda por lo tanto en la forma simplificada de entradas (precipitaciones, etc. ...) igual a salidas (evapotranspiraciones, etc. ...) extendiéndola en el tiempo al año hidrológico y en el espacio a la cuenca hidrográfica.

Sin embargo el balance hídrico del agua subterránea debe de extenderse en el tiempo con una duración en general superior al año hidrológico; como lo confirma el hecho de la datación de aguas con edades de hasta decenas de miles de años. Por lo tanto la aplicación, en hidrogeología, de una ecuación simplificada análoga a la de la hidrología sólo puede realizarse para aquellos períodos durante los cuales la descarga del agua subterránea se iguala a la descarga.

~~Concretamente en la zona de Chacabamba~~
~~estudiada por el profesor Silva~~

En Europa Central este periodo se extiende a lo largo de todo el Holoceno, y puede ser incluso mayor en estructuras confinadas.

Para la datación del agua subterránea, se utilizan métodos basados en el análisis de radionucleidos. Este método se basa, en la medición e interpretación de las concentraciones en la hidrosfera de los elementos radiactivos presentes, tales como carbono-14 y tritio. Esta concentración disminuye en el tiempo por su desintegración. Comparando pues concentraciones iniciales de infiltración y las actuales medidas, se puede ver el tiempo transcurrido del agua ^{subterránea} analizada.

→ desde la infiltración

En definitiva, el año hidrológico es una medida de tiempo utilizable, a efectos de balance, en hidrología de superficie así como en hidrogeología, en estructuras de poca profundidad, pero no en cuencas subterráneas más profundas, donde la datación ha mostrado tiempos de residencia que van desde centenares hasta decenas de miles de años e incluso tiempos de residencia superiores a la datación del carbono (40.000 años).

.../...

A continuación, en el siguiente gráfico, se muestran los resultados obtenidos por datación de radiocarbono en cuencas profundas del macizo bohémico en Checoslovaquia.

Como se observa la mayoría de las aguas están originadas durante el periodo de los últimos 14.000 años.

A continuación se definen algunos conceptos básicos relativos a la edad de un agua subterránea:

→ - Edad del agua subterránea (t_s): Es el tiempo que ha pasado desde la infiltración de una partícula de agua bajo la superficie terrestre.

→ - Edad del agua subterránea de radiocarbono (t_r): Es la edad de la muestra calculada de la actividad del radiocarbono contenido en los bicarbonatos, considerando una cierta actividad inicial. Generalmente la edad del radiocarbono del agua subterránea (t_r) no coincide con la real (t_s), al ser el agua una mezcla de partículas de edades diferentes.

→ - Tiempo de residencia del agua subterránea ($\bar{t}$): Tiempo que ha transcurrido desde la llegada de la partícula de agua al acuífero.

- Tiempo promedio de residencia de agua subterránea ($\bar{\bar{t}}$): Es el tiempo medio que ha transcurrido desde la llegada al acuífero de una agua formada por diversas partículas donde el peso estadístico está determinado por los volúmenes correspondientes.

- Tiempo de paso (T): Es el tiempo que necesita una partícula de agua para pasar por el sistema hidrogeológico desde el momento de la infiltración hasta el momento de salida.
- El tiempo promedio de paso ($\bar{T}$) es el promedio que el agua compuesta de varios componentes necesita para pasar por el sistema hidrogeológico. El peso estadístico de cada grupo de partículas viene dado por los volúmenes correspondientes.
- El tiempo de cambio (τ_0): Es la fracción de volumen V total del agua en el sistema acuífero dividido por el caudal, de modo que $\tau_0 = V/Q$. Esta relación es buena en sistemas hidrogeológicos con gasto constante.

Modelos hidrodinámicos:

Para el análisis sobre el tiempo de residencia del agua en el sistema hidrogeológico se utilizan varios modelos sobre el flujo de agua y su mezcla en el sistema:

1. Modelo de pistón: Se considera flujo de partículas de agua por trayectorias paralelas desde el punto de infiltración hacia el punto de muestreo o salida, no se considera la mezcla de partículas de origen distinto. Son idénticos los valores t_s , t_r , τ , $\bar{\tau}$. También lo son entre sí T, $\bar{T}$ y τ_0 .

2. Modelo exponencial: Este es un modelo que supone la mezcla total del depósito subterráneo. Se suponen las hipótesis de:

→ Los

- ~~M~~ flujos de entrada y salida son iguales y constantes en el tiempo. .../..

- La concentración del radioisótopo de datación en la salida es igual a la concentración promedio dentro del depósito.
- Los únicos cambios en la concentración del radioisótopo ocurren debido al flujo de entrada, de salida y de desintegración radiactiva.

El modelo matemático a emplear viene definido por las siguientes ecuaciones:

$$\bar{C} = \frac{V}{Q}, \quad tr = \frac{1}{\lambda} (1 + \lambda \bar{C})$$

siendo la constante de desintegración del radioisótopo

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

Hasta edades de radiocarbono de seis o siete mil años la diferencia entre la edad real tr y el tiempo de residencia promedio $\bar{C}$ no es muy grande, pues no importa si se utiliza el modelo de pistón en lugar del modelo exponencial.

- 3. Modelo de infiltración: En acuíferos confinados en agua subterránea de altas edades se encuentra a veces aguas con alto contenido de tritio, lo que indica edad reciente de las aguas. En realidad este fenómeno se debe a una mezcla con aguas más modernas que se produce en un acuífero confinado a consecuencias de una depresión general en los niveles piezométricos que induce a una recarga proveniente de acuíferos superiores.

.../...

4. Modelos de dispersión: El modelo real de flujo es en general una transición entre el modelo de pistón y exponencial añadiendo además la dispersión del radionucleidos, siendo las entradas y salidas variables en el tiempo. Estos modelos son los más completos pero en la práctica su evaluación es complicada y carecen de aplicación real.

El ciclo hídrico y su importancia como recurso natural:

La investigación hidrogeológica esta interesada en general, desde el punto de vista hidroeconómico, al ciclo de larga duración asociada al cuaternario. Este hecho cambia el concepto del agua subterránea como recurso natural renovable, variando la escala de tiempo, desde el año hidrológico de la hidrología superficial a períodos geológicos.

Según la edad del agua subterránea se puede clasificar esta de la siguiente manera:

- 1. ^{antigua} Agua muy vieja, de edad de radiocarbono igual o superior a los 40.000 años que es el límite de aplicabilidad de método del radiocarbono. La edad no puede establecerse de manera precisa, pero puede considerarse mayor que la constitución del relieve actual. Aguas subterráneas de este tipo se han preservado sólo en estructuras hidrogeológicas profundas donde están estancadas. Se habla de aguas fósiles, que no son parte del ciclo hídrico contemporáneo y que sólo salen a la superficie por medio de pozos, obras de minería y otras interferencias antrópicas.

.../...

2. Agua subterránea de edad de radiocarbono entre 10.000 y 40.000 años: Este agua es datable por métodos isotópicos. Se originó en el Pleistoceno Superior cuando ya existía ^{prácticamente} el relieve contemporáneo, ~~aunque después se transformó muy poco.~~ La estructura hidrogeológica también era similar a la ~~anterior~~ ^{actual} aunque existían ^{condiciones} diferentes desde el punto de vista climatológico, existiendo un clima ^{pero} ----glacial.
3. Agua subterránea de edad de radiocarbono inferior a los 10.000 años: Este agua se originó durante el holoceno cuando ya existían tanto el relieve contemporáneo, como las condiciones climáticas y estructuras hidrogeológicas muy semejantes a las actuales.
4. Agua subterránea en edad contemporánea de radiocarbono y alto contenido en tritio: Este agua puede considerarse como contemporánea-moderna, es decir, de origen posterior a 1950. El agua de este tipo es normal en estructuras hidrogeológicas no profundas, de extensión limitada y con ^{cu} ~~circulación~~ rápida que está en relación estrecha con el agua de precipitaciones y de superficie. Puede identificarse a veces ^{incluso} con el año hídrico corriente.
5. El agua muestra una concentración baja de radiocarbono y elevada en tritio: Esta paradoja indica una mezcla de componentes de origen distinto e incluso puede utilizarse para separar los otros componentes distintos (agua profunda y agua de recarga).

→ Para finalizar es necesario precisar el ^{co}~~o~~nccepto de agua subterránea como recurso natural renovable, y precisar que la ecuación del balance hídrico, en su forma simplificada sólo puede utilizarse en hidrogeología en supuestos especiales tales como estructuras hidrogeológicas de limitada extensión espacial que pueden determinarse ^{con}~~en~~ precisión satisfactoria por levantamiento geológico o en caso del origen contemporáneo del agua subterránea comprobada mediante datación isotópica. En todos los ^{otros}~~r~~casos la aplicación de ~~X~~la ecuación del balance hídrico en su forma clásica y simplificada no es correcta.