

III SIMPOSIO DE HIDROGEOLOGÍA

EQUIPAMIENTO DE DRENAJE DE LA MINA DE LA TROYA (GUIPUZCOA)

Rafael FERNANDEZ-RUBIO*, Dr. Ing. de Minas
 José Antonio BOTIN**, Ingeniero de Minas
 Alberto LAVANDEIRA**, Ingeniero de Minas
 Antonio CASTILLO MARTIN*, Geólogo
 Sergio FERNANDEZ-LORCA, Estudiante
 Javier FERNANDEZ-LORCA, Estudiante

1. PLANTEAMIENTO

Definidas las características fundamentales del sistema acuífero en el que se ubica el yacimiento de La Troya, se proyectó la realización de sondeos hidrogeológicos, para bombeo y control piezométrico (figura 1), al tiempo que servirían para complementar la información hidrogeológica (FERNANDEZ-RUBIO, et al. 1982).

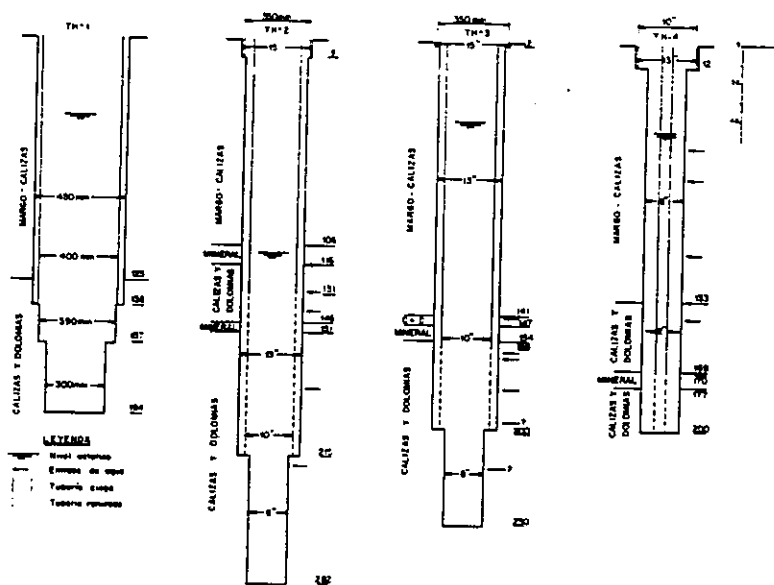


Figura 1. Sondeos de captación y piezométricos.

* . Cátedra de Hidrogeología de la Universidad de Granada. Sección de Hidrogeología del Centro Coordinado del C.S.I.C.
 ** .EXMINESA. Mina de La Troya. Mutiloa (Guipúzcoa).

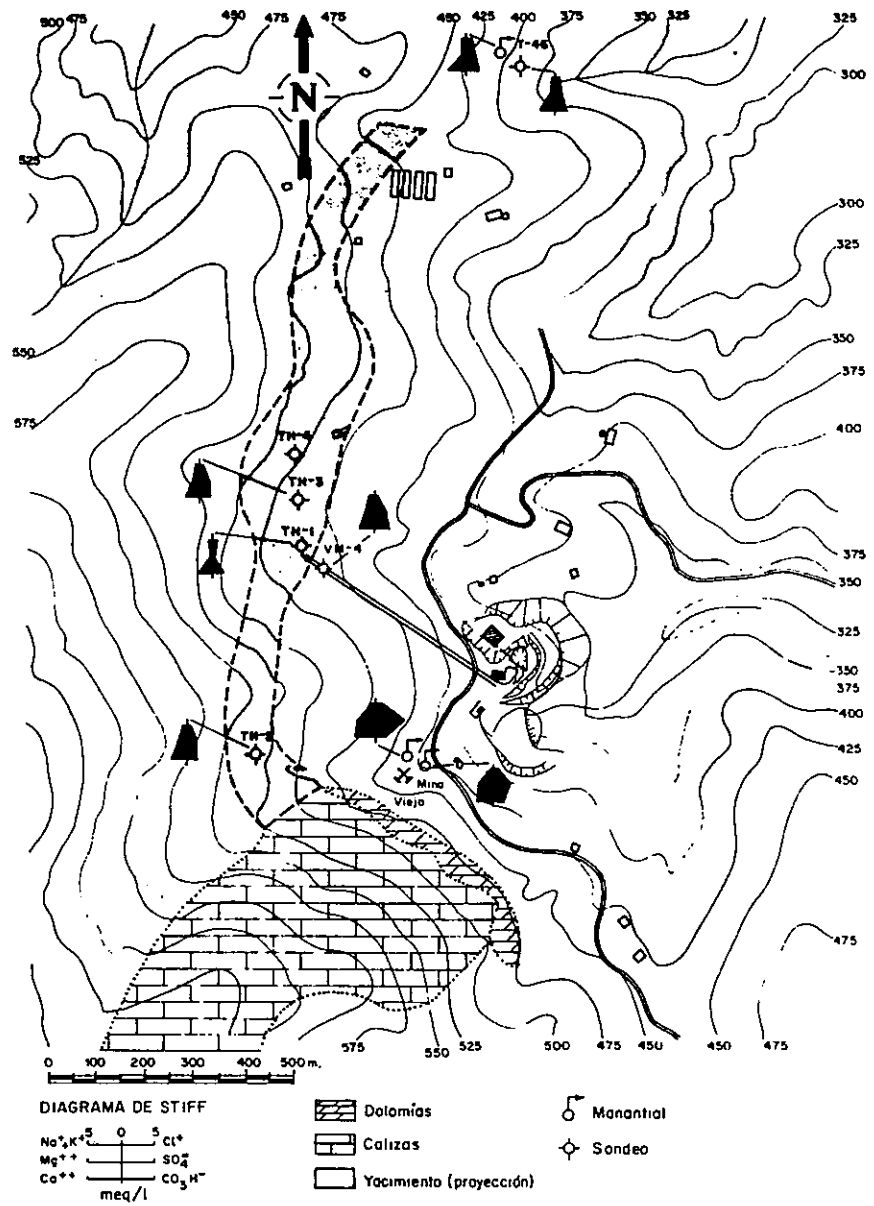


Figura 2. Sondeos hidrogeológicos y diagramas de STIFF de los principales puntos de agua del sector.

En estos sondeos se han realizado pruebas de bombeo, que han aportado datos de gran interés práctico.

2. SONDEOS DE CAPTACION Y PIEZOMETRICOS

Dentro del programa de equipamiento, para el drenaje de la mina de La Troya, se complementó, en junio-julio de 1982, el sondeo existente TH-1, con otros tres sondeos a rotoperusión con martillo de fondo (figura 1), dos de ellos para captación-piezometría y el tercero piezométrico.

El TH-2 investigó el sector meridional de la prevista explotación subterránea, próximo al afloramiento y a los viejos minados (figura 2). El TH-3 se ubicó en el centro de la futura explotación, para localizar en él las operaciones de bombeo, y el TH-4 se ubicó más al Norte, para controlar la piezometría en el sector donde se iniciará la explotación minera. Todo ello sin olvidar otros condicionantes de acceso, y corte geológico.

Las extracciones de agua, por el soplado de aire (air-lift), durante la perforación del sondeo, llegaron a caudales de 80 l/seg y tuvieron incidencia muy neta en la piezometría del sistema acuífero, como se observa en el hidrograma (figura 3), y se puso de manifiesto en el sondeo T-46.

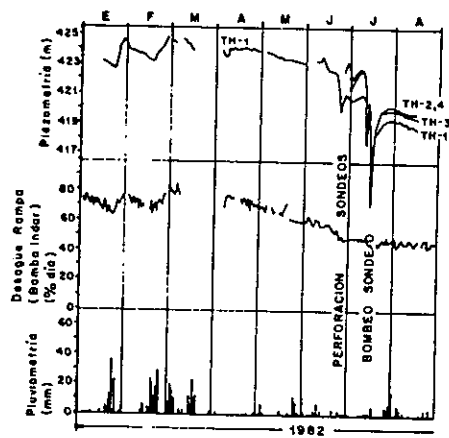


Figura 3. Hidrograma de pluviometría, desagüe de la rampa y piezometría.

2. SONDEO ARTESIANO T-46

El sondeo de investigación minera T-46, ubicado al NE del yacimiento, (figura 2), aporta agua surgente del acuífero carbonatado, y en él se han registrado caudales y presiones.

Tanto la evolución de caudales como la de presiones (figura 4), acusan

perfectamente la incidencia de los períodos lluviosos y menos lluviosos, en la recarga y descarga del acuífero (esta última motivada por el bombeo en la rampa). Los valores máximos, al completarse el llenado del acuífero hasta la cota de su "aliviadero", son del orden de 4 kg/cm² y 17 l/seg.

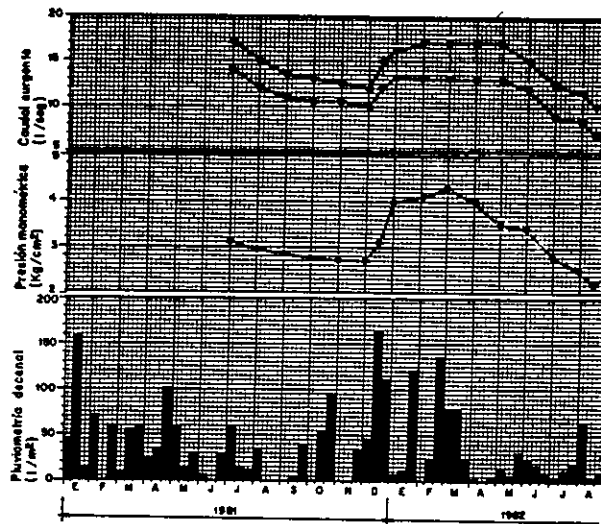


Figura 4. Hidrograma del sondeo T-46. Caudal surgente (por el interior y exterior de la tubería), presión manométrica y pluviometría decenal.

El descenso de 1982 es más pronunciado, tanto por el menor aporte de lluvias como por la intensificación de los bombeos, y la extracción por "air lift" durante la perforación de los sondeos (figura 5).

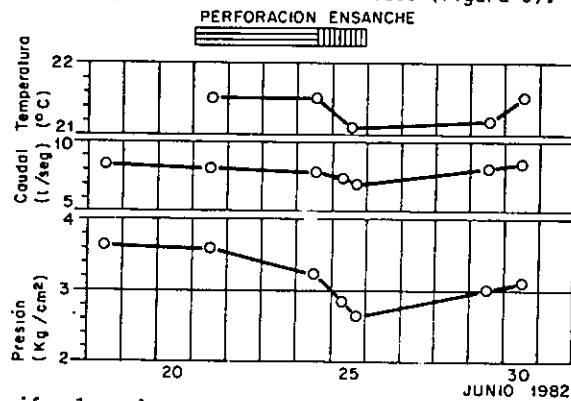


Figura 5. Afección al sondeo T-46 (presión, caudal y temperatura), durante la perforación y ensanche del sondeo TH-3 (a rotorpercusión).

Esta reacción del acuífero, que se va a comprobar, más tarde, durante las pruebas de bombeo en los sondeos TH-2 y TH-3 (figura 6), confirma una conductividad hidráulica muy alta, en ciertos sectores del acuífero.

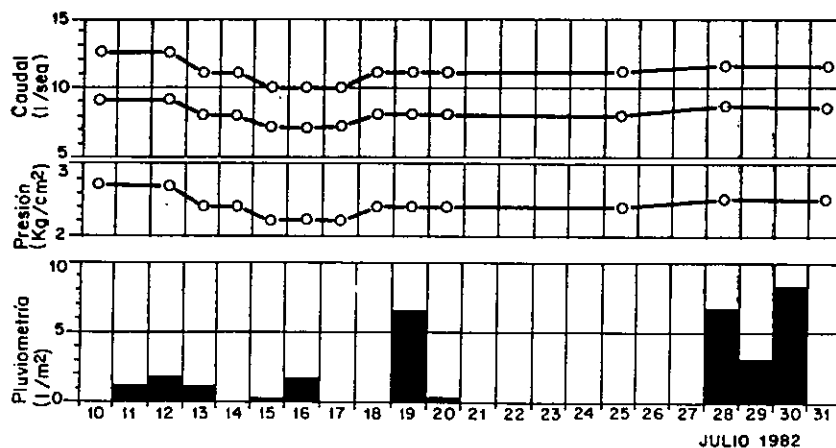


Figura 6. Afección al sondeo T-46, durante los bombeos en los sondeos TH-2 y 3.

3. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

En el periodo seco de junio-julio de 1982, hemos realizado un inventario de puntos de agua, en el entorno del yacimiento. La mayor parte de los manantiales aparecían secos, y la salida de mayor caudal (Mina Vieja) apenas alcanzaba 0,5 l/seg.

Por la termometría se distinguen las aguas del acuífero carbonatado, con temperaturas entre 20 y 21,5 °C, y las de manantiales de ladera colgadas, relacionados con intercalaciones más permeables del Urgoniano, con temperaturas entre 12 y 14 °C, y caudales que apenas alcanzaban 0,1 l/seg.

Desde el punto de vista químico se diferencian las aguas del acuífero kárstico que tienen: baja salinidad (total de sales disueltas inferior a 285 mg/l), son cálcicas y el anión predominante son los bicarbonatos, y las aguas del entorno de la Mina Vieja, que tienen: salinidad algo más elevada (330 a 410 mg/l), son cálcicas, aunque con elevada proporción de magnesio (por ataque de aguas ácidas de mina a las dolomías), y su facies es sulfatada (a consecuencia de la oxidación de la pirita).

4. SEGUNDA CAMPAÑA DE BOMBEO

4.1. Interpretación piezométrica

Esta fase ha consistido en dos pruebas de bombeo, desde los sondeos TH-2 y TH-3, con los correspondientes controles en puntos de agua del

sistema. La bomba sumergida se situó, respectivamente, a 214 y 160 m de profundidad.

El hidrograma global de ambos ensayos, y sus respectivas recuperaciones (figura 7), muestra cómo en el primer bombeo (sondeo: TH-2; caudal: 36 l/seg; duración: 24 horas; volumen extraído: 3.110 m³), la pérdida de carga en el propio sondeo TH-2 es muy pequeña, y el descenso de niveles es casi lineal en el tiempo, tanto en el punto de bombeo como en los piezómetros.

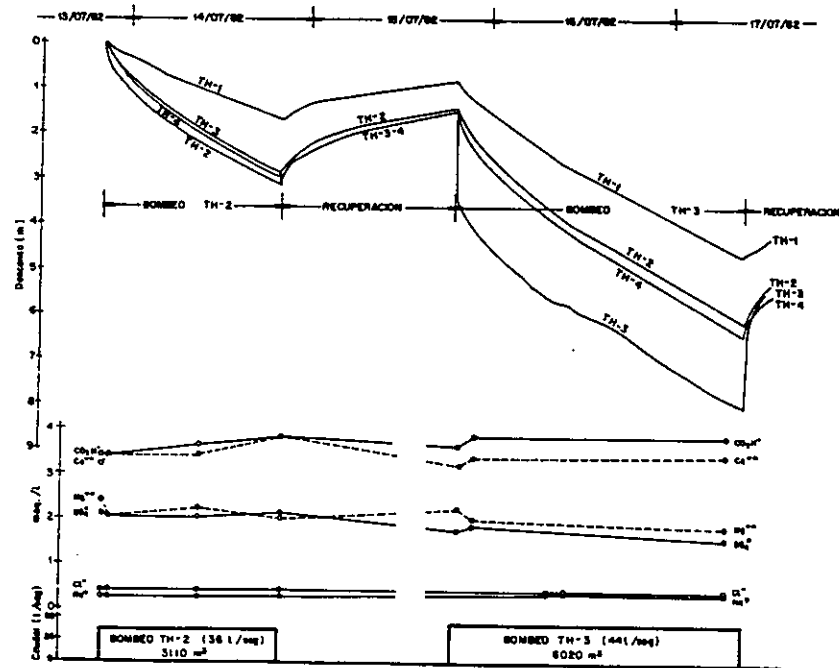


Figura 7. Hidrograma global de las pruebas de bombeo y recuperación, y evolución del quimismo de las aguas bombeadas (sondeos TH-2 y 3).

Se evidencia, así, que el bombeo vacía un volumen de acuífero que se mantiene casi constante con la profundidad. Es sorprendente la extraordinaria conexión hidráulica entre los sondeos TH-2 y TH-3 y 4 (distancias: 531 y 719 m del punto de bombeo) (figura 2), cuyos niveles son casi idénticos a los del punto de bombeo (la mejor conexión tiene lugar con el sondeo más distante: TH-4), y la presencia de una relativa "barrera hidráulica", que separa al TH-1, en el que los descensos son algo más amortiguados, a pesar de ser el piezómetro más próximo (407 m de distancia).

En el diagrama descensos-logaritmos de tiempos (figura 8), se constata

la existencia de "barreras negativas", que producen aceleración en los descensos, favorable al desagüe del acuífero.

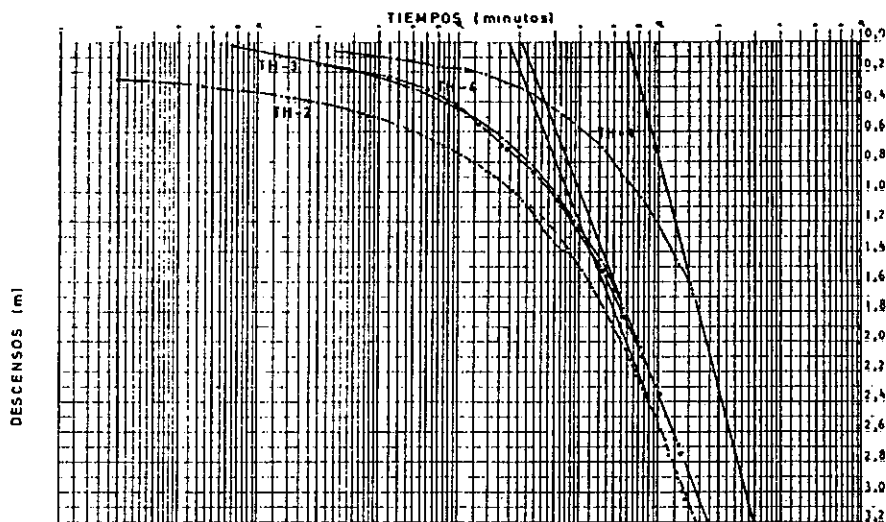


Figura 8. Diagrama descensos-logaritmo de tiempos, durante el bombeo del sondeo TH-2.

Con las reservas de tratarse de un acuífero kárstico, puede destacarse que la mayor difusividad hidráulica corresponde al sondeo TH-4 y la menor al TH-1, que confirma lo antes señalado, respecto a la ubicación de este último en un bloque menos conductivo.

La recuperación de nivel en los sondeos TH-2, 3 y 4 se realiza, prácticamente, sobre cotas coincidentes en el tiempo, consecuencia de la ya demostrada conexión hidráulica (figura 7). La recuperación en el TH-1 es mucho más lenta.

De estos ensayos se deducen trasmisividades del orden de 100 a 300 m/día, y coeficientes de almacenamiento de 1 a 8×10^{-2} .

En el segundo bombeo (figura 7) (sondeo: TH-3; caudal: 44 l/seg; duración: 30 horas, 15 minutos; volumen extraído: 6.020 m^3) se confirma la presencia de barreras, y el vaciado de un acuífero con descensos casi-lineales con el tiempo.

4.2. Efecto en la rampa

Los bombeos ponen de manifiesto una reducción en los tiempos de funcionamiento del desagüe en la rampa, y un incremento en los intervalos de parada (figura 9), que se mantiene tras finalizar las pruebas de bombeo, lo que demuestra una afección a las reservas de agua en el acuífero.

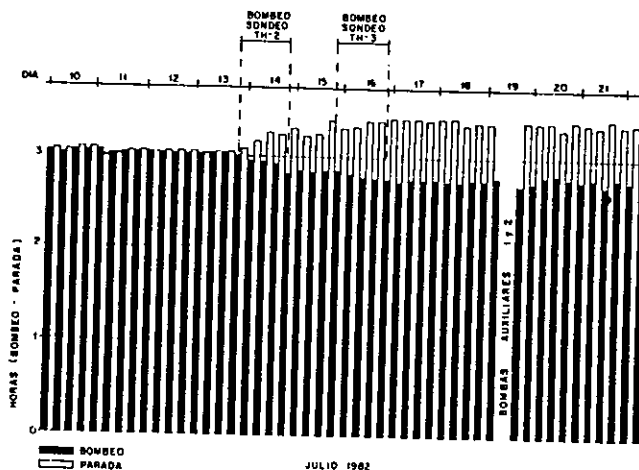


Figura 9. Repercusión de los bombeos en los sondeos TH-2 y 3, sobre las horas de funcionamiento y parada del bombeo de desagüe de la rampa.

4.3. Quimismo de las aguas

Las siete muestras de agua, tomadas a lo largo de ambos bombeos, dan facies bicarbonatada cálcica, con alto contenido en magnesio, y muy escaso en sodio. La composición iónica de todas las muestras es muy semejante (figura 7), lo que demuestra la homogeneidad del acuífero, en estos más de 9.000 m de agua extraídos entre los dos sondeos, distantes 531 m. Sólo se observa una progresiva y continua disminución en la relación SO_4 / HCO_3 , que debe ser consecuencia de la composición bicarbonatada del agua, y de un aporte reducido de sulfatos por oxidación de la pirita, aporte que disminuye con la profundidad.

5. CONCLUSIONES

Como consecuencia de todos estos trabajos se llega a las siguientes conclusiones:

- La piezometría del acuífero acusa oscilaciones de más de cinco metros

de amplitud, a consecuencia del drenaje desde la rampa y de la recarga por lluvias. Una vez se inicie el desagüe del acuífero las oscilaciones podrán ser mayores.

- Las entradas globales anuales en el acuífero, durante el periodo observado, son inferiores a la suma de las extracciones por bombeo desde la rampa, más la surgencia en el sondeo T-46, y provocan un ritmo lento de vaciado.

- El drenaje desde la rampa, y la surgencia en el sondeo T-46, han reducido al mínimo las salidas del sistema por la Mina Vieja. Las pruebas de bombeo, desde sondeos, han supuesto también reducciones muy sensibles en la rampa, sondeo T-46 y Mina Vieja.

- El quimismo y la temperatura de las aguas son características netamente diferenciales para los distintos acuíferos y acuitardos del área.

- La rampa y el sondeo TH-1 han interceptado, al sistema kárstico, en un punto de mala conexión con los conductos principales de circulación acuífera. Para acelerar el drenaje debe aumentarse el aporte de agua, hacia la rampa, mediante taladros realizados desde ella.

- El acuífero presenta conductos con extraordinaria conexión acuífera, entre bloques de baja permeabilidad, de acuerdo con el modelo idealizado de la figura 10.

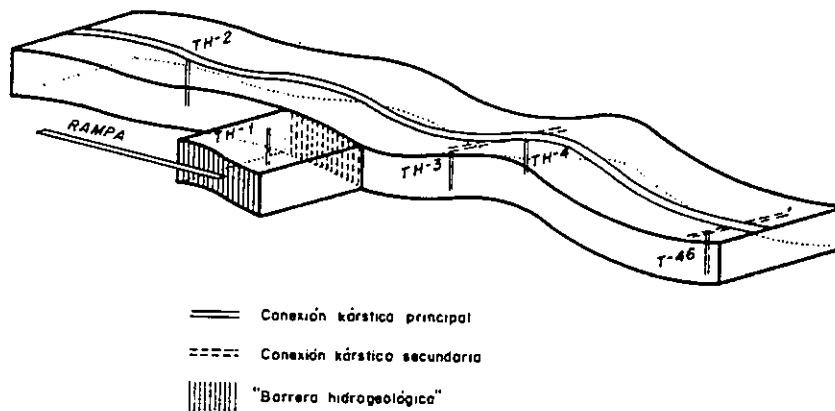


Figura 10. Modelo idealizado de conexiones y barreras en el acuífero.

- El acuífero presenta extensión limitada por "barreras negativas" favorables a su drenaje, mediante bombeo, con extracción de algunas decenas de litros/seg. Si se producen recargas inducidas importantes, a consecuencia del vaciado, se podrán requerir bombeos del orden del centenar de litros/seg.

AGRADECIMIENTOS

A EXMINESA, por las facilidades dadas para la realización de estas investigaciones, y por la autorización para publicar sus resultados.

BIBLIOGRAFIA

FERNANDEZ-RUBIO, R., CASTILLO MARTIN, A., FERNANDEZ LORCA, S. y J. (1982). Drenaje de la mina de La Troya (Mutiloa, Guipúzcoa). Informe de planteamiento (inédito). 88 pág.