



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

62652

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA



Instituto Geológico
y Minero de España

**CONTROL HIDROGEOLÓGICO DE LA
PERFORACIÓN Y ENSAYO DE BOMBEO
REALIZADO EN EL SONDEO ATALAYA II
BIS, PARA EL ABASTECIMIENTO CON
AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
LOCALIDAD DE BAZA (GRANADA)**

CORREO ELECTRÓNICO

itge@itge.mma.es

RÍOS ROSAS, 23
28003-MADRID
TEL : 91 349 5700
FAX : 91 442 6216



INFORME	Identificación: Sondeo Atalaya II Bis (Baza, Granada) #2.019/03
	Fecha: Junio 2003
TÍTULO CONTROL HIDROGEOLÓGICO DE LA PERFORACIÓN Y ENSAYO DE BOMBEO REALIZADO EN EL SONDEO ATALAYA II BIS, PARA EL ABASTECIMIENTO CON AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA LOCALIDAD DE BAZA (GRANADA)	
PROYECTO OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LA EJECUCIÓN, Y CONTROL HIDROGEOLÓGICO DE LA PERFORACIÓN Y PRUEBAS DE BOMBEO EN LOS ENSAYOS DE RECONOCIMIENTO/EXPLOTACIÓN A REALIZAR EN DIFERENTES ACUÍFEROS ENMARCADOS DENTRO DEL ÁREA DEL PREBÉTICO Y SUBBÉTICO DEL ALTO GUADALQUIVIR. AÑOS 2002 – 2003. CLAVE 258/02.	
RESUMEN En el marco del asesoramiento a las diferentes administraciones públicas, el IGME viene desarrollando una serie de estudios hidrogeológicos puntuales, además del señalamiento de sondeos de investigación y explotación y su seguimiento con la evaluación de las posibilidades de explotación. * continuar al dorso en caso necesario	
Revisión Nombre: Juan Antonio López Geta Unidad: Hidrogeología y Aguas Subterráneas. Fecha: Junio 2003	Autores: Tomás Peinado Parra – Crisanto Martín Montañés Responsable: Tomás Peinado Parra



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ANTECEDENTES
- 3.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
- 4.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INICIALES DE LA PERFORACIÓN
- 5.- BOMBEO DE ENSAYO
 - 5.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA
 - 5.2.- EQUIPO UTILIZADO
 - 5.3.- RESUMEN DE LAS DISTINTAS PRUEBAS REALIZADAS
 - 5.4.- CÁLCULO DE LA TRANSMISIVIDAD
 - 5.5.- CÁLCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA
 - 5.6.- COMENTARIOS DE LA PRUEBA
- 6.- ANÁLISIS QUÍMICOS
- 7.- ACONDICIONAMIENTO DEFINITIVO DE LA PERFORACIÓN
- 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



1.- INTRODUCCIÓN:

Esta Nota Técnica contiene el resultado de diferentes trabajos realizados por parte del Ayuntamiento de Baza (Granada) en el sondeo de abastecimiento denominado Atalaya II Bis, asesorado por el IGME, para la mejora del abastecimiento con aguas subterráneas del municipio.

La secuencia de las diferentes labores realizadas es la siguiente:

1. Perforación de un sondeo de abastecimiento denominado Atalaya II Bis.
2. Ensayo de bombeo en el sondeo.

El seguimiento de estos trabajos realizados ha contado con la colaboración del consultor Crisanto Martín Montañés y se enmarca dentro del proyecto del IGME, clave 258/02, "OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LA EJECUCIÓN Y CONTROL HIDROGEOLÓGICO DE LA PERFORACIÓN Y PRUEBAS DE BOMBEO EN LOS ENSAYOS DE RECONOCIMIENTO/EXPLOTACIÓN A REALIZAR EN DIFERENTES ACUÍFEROS ENMARCADOS DENTRO DEL ÁREA DEL PREBÉTICO Y SUBBÉTICO DEL ALTO GUADALQUIVIR".

2.- ANTECEDENTES:

Las actuaciones realizadas responden a la necesidad del Ayuntamiento de Baza de dar solución a los problemas de falta abastecimiento de agua la población debidos al mal estado de los sondeos, instalaciones de extracción y depósitos.

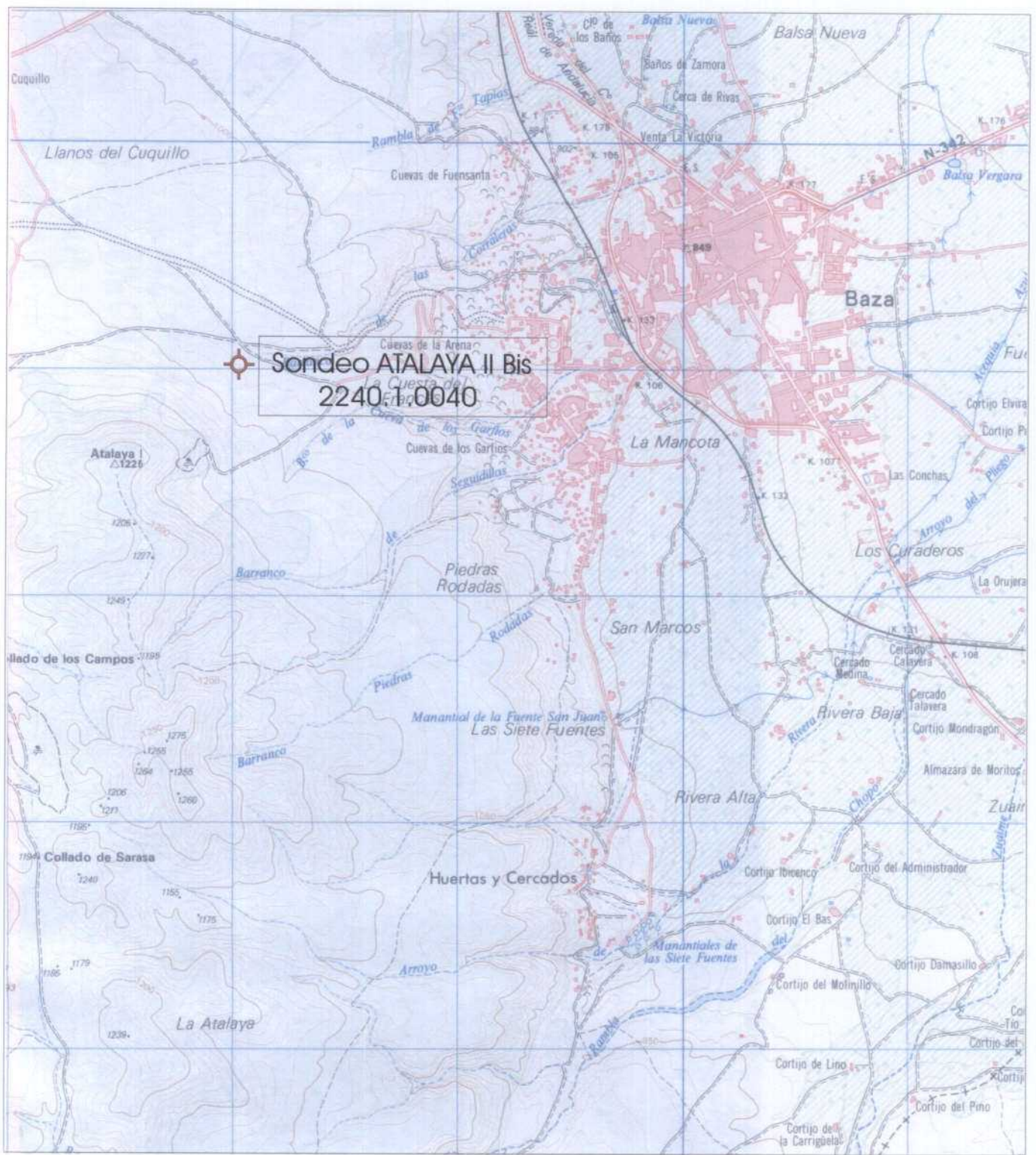
Ante esta situación, el referido ayuntamiento remitió una carta a la Diputación Provincial de Granada en la que manifestaba, entre otros aspectos y según transcripción literal, que "*..teniendo conocimiento del convenio existente entre esa Diputación Provincial y el Instituto Geológico y Minero, les ruego nos facilite el apoyo técnico y asesoramiento que actualmente necesitamos, dada la problemática existente en el abastecimiento de agua potable a la población bastetana,...*". Dicha carta, de la que se incluye una copia en los anejos de la presente nota técnica, fue remitida



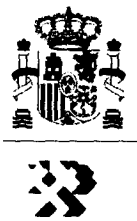
igualmente mediante fax telefónico a la Oficina de Proyectos del IGME en Granada con fecha 18/10/02.

El día 22 de Octubre de 2002 el técnico que suscribe realizó una visita a la localidad de Baza como respuesta a la petición del Excmo. Ayuntamiento por parte del IGME. El resultado de las observaciones y consultas realizadas es, a grandes rasgos y según conversación mantenida con el técnico responsable del ayuntamiento, la siguiente:

- El núcleo de Baza se abastece de agua potable del manantial de Siete Fuentes y de los sondeos Atalaya I, II y III, situados en el paraje del mismo nombre.
- La distribución normal de recursos es la siguiente:
 - Del manantial de Siete Fuentes se derivan aproximadamente 70 l/s hacia el depósito de Mancoba (3000 m³ de capacidad) y se abastecen los 2/3 de la población, lo que representa unos 15.000 habitantes. Además, en verano se suministra agua procedente del sondeo Atalaya III (35 l/s durante algunas horas al día).
 - De los sondeos Atalaya I y II se abastece el sector denominado Las Cuevas (7000 habitantes) y se extrae un caudal de 35-36 l/s alternativamente de los dos sondeos (están muy próximos entre sí).
- Esta situación se agravó en gran medida al romperse en el verano de 2002 el sondeo Atalaya II quedando inutilizado para su uso (cerrado a los 130 m de profundidad). En este sondeo el Ayuntamiento llevó a cabo diversos intentos de reparación que fueron totalmente infructuosos.
- Posteriormente se averiaron los equipos de bombeo del Atalaya I y III sucesivamente, quedando parte de la población desabastecida.
- En el momento de la visita estaba en funcionamiento (con la instalación eléctrica de control de niveles averiada) el sondeo Atalaya III suministrando un caudal de 35 l/s al sector de Las Cuevas y el sector de Mancoba (los otros 2/3 de la población) se abastecía con normalidad del manantial de Siete Fuentes.
- Además, por iniciativa del Ayuntamiento, se estaba realizando un aforo del sondeo Atalaya I con el objetivo de evaluar el caudal máximo extraíble del mismo ya que, según información del técnico responsable del ayuntamiento, es necesario un caudal de 35-36 l/s procedente de este sondeo para garantizar el abastecimiento a Las Cuevas (como se realizaba antes de las averías). Este aforo, que finalizó el mismo día de la visita, indica, a falta de una interpretación más detallada, que del sondeo no se puede extraer un caudal superior a 25-27 l/s por lo que no se soluciona el problema de abastecimiento.



Mapa Topográfico Nacional de España (Instituto Geográfico Nacional), de Baza. Nº 994-I. Escala 1:25.000



- Igualmente por iniciativa del Ayuntamiento, el día de la visita dio comienzo la perforación a percusión de un sondeo junto al abandonado Atalaya II para sustituir a este y que, denominado Atalaya II Bis, es el objeto del presente informe.

3.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA:

El sondeo está ubicado dentro del término municipal de Baza (Granada), en el paraje denominado La Atalaya. El acceso puede realizarse desde la población, tomando la calle que lleva a la Plaza de Toros y continuando hacia Las Cuevas; a continuación se toma Camino Viejo de Granada y a unos 1,5 km del casco urbano se encuentra el recinto en el que se incluyen el sondeo Atalaya I (dentro de una caseta, a la entrada) y el Atalaya II y II Bis, en el lado opuesto. Es adecuado señalar que el sondeo Atalaya II está a unos dos metros del Atalaya II Bis y actualmente se encuentra cubierto de tierra pero no está relleno.

Topográficamente se localiza en la hoja del Servicio Geográfico del Ejército N° 20-40 (994) Baza, escala 1:50.000, y está delimitado por las coordenadas UTM obtenidas mediante GPS siguientes:

Sondeo Atalaya II Bis:

- ✓ N° de Registro IGME: 2240.1.0040
- ✓ X = 518.077
- ✓ Y = 4.148.947
- ✓ Z = 1022 m.s.n.m.

4.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS INICIALES DE LA PERFORACIÓN:

- ✓ Empresa de perforación: Pozos y Sondeos Julio Sánchez (Subcontrata M.G.H.).
C/ Alhóndiga, 8, 2ºE
Baza (Granada)
Tf.: 958 701 522 – 639 204 832
- ✓ Método de perforación: Percusión



- ✓ **Profundidad: 229 metros.**

- ✓ **Diámetros de perforación:**
 - De 0 – 197 metros: 530 mm
 - De 197 – 229 metros: 450 mm

- ✓ **Emboquille:**
 - De 0 – 3 metros: 600 mm (Perforación)
 - De 0 – 3 metros: 600 mm. x 6 mm. de espesor de chapa.

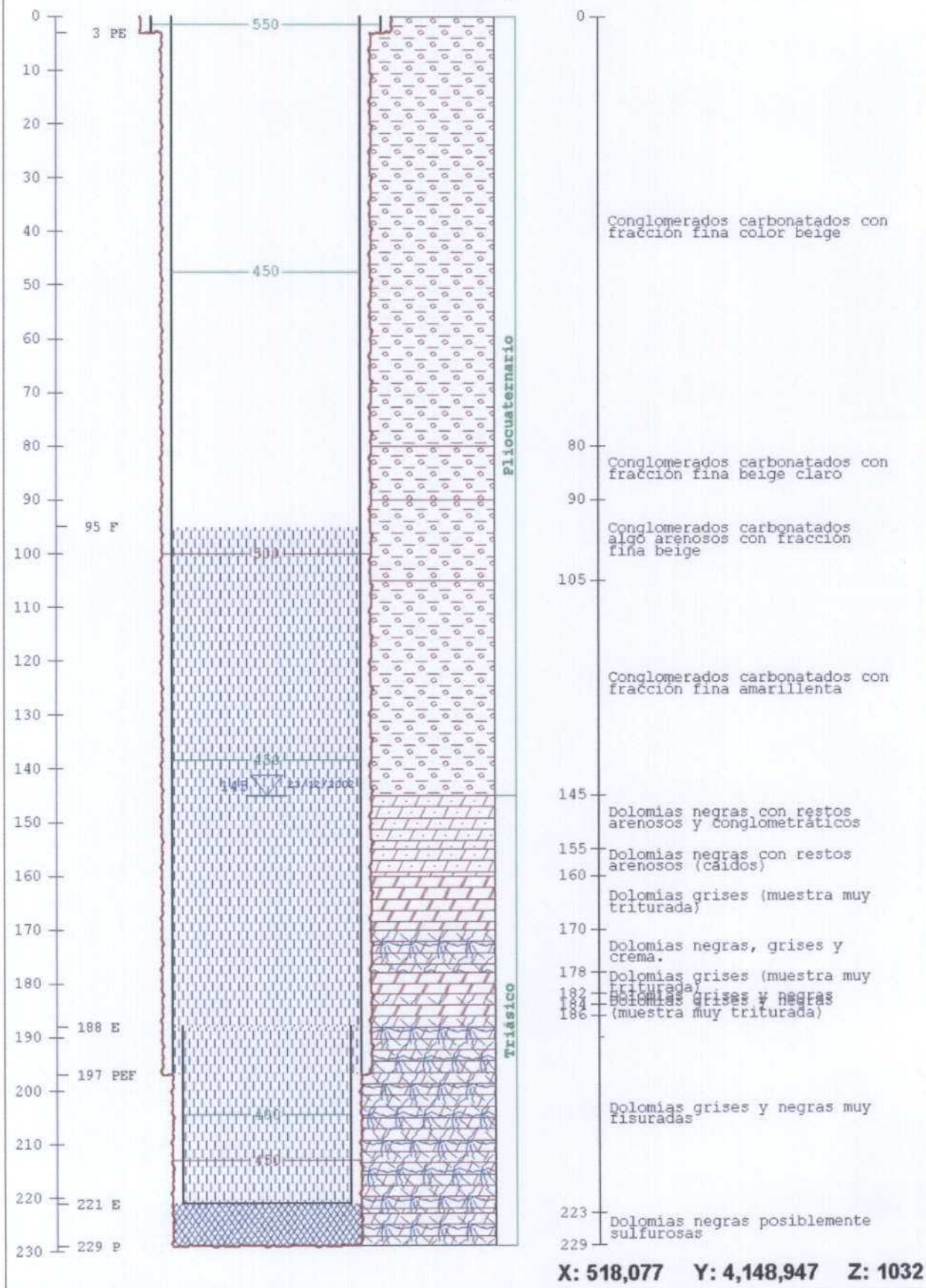
- ✓ **Diámetro de entubación:**
 - De 0 – 197 metros: 450 mm
 - De 188 – 221 metros: 400 mm

- ✓ **Tipo de entubación: Tubería de acero de 8 mm de espesor de chapa no ranurada - ranurada a soplete.**

- ✓ **Ranurado:**
 - 0 – 95 metros: Tubería no ranurada
 - 95 – 221 metros: Tubería ranurada

- ✓ **Columna litológica:**
 - 0 – 80 metros: Conglomerados carbonatados con fracción fina color beige.
 - 80 – 90 metros: Conglomerados carbonatados con fracción fina color beige claro .
 - 90 – 105 metros: Conglomerados carbonatados algo arenosos.
 - 105 – 145 metros: Conglomerados carbonatados con fracción fina amarillenta.
 - 145 – 155 metros: Dolomías negras con restos arenosos y conglomeráticos.

CROQUIS DE POZO ATALAYA II (bis) (Baza)



X: 518,077 Y: 4,148,947 Z: 1032



- 155 – 160 metros: Dolomías negras con restos arenosos.
- 160 - 170 metros: Dolomías grises (muestra muy triturada).
- 170 - 178 metros: Dolomías negras, grises y color crema.
- 178 – 182 metros: Dolomías grises (muestra muy triturada).
- 182 – 184 metros: Dolomías grises y negras.
- 184 – 186 metros: Dolomías grises y negras (muestra muy triturada).
- 186 - 223 metros: Dolomías grises y negras muy fisuradas.
- 223 - 229 metros: Dolomías negras posiblemente sulfuradas.

5.- BOMBEO DE ENSAYO:

5.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA:

La prueba se realizó entre los días 10/02/03 al 11/02/03. La duración total ha sido de 30 horas, repartidas de la siguiente manera: 27 ½ horas de bombeo y 17 horas de recuperación.

El diseño del ensayo ha sido el siguiente:

Nº ORDEN	TIPO DE PRUEBA	DURACIÓN (Minutos)	CAUDAL (l/s)
1º	Descenso escalonado	330	21-40-60-80
2º	Recuperación	25	54 (*)
3º	Descenso continuo	30	70
4º	Recuperación	30	70

* Caudal medio ponderado.



5.2.- EQUIPO UTILIZADO:

- ✓ Grupo generador:

Marca: MERCEDES
KVA: 680 – 50 Hz

- ✓ Grupo motobomba:

Marca: MARS
Tensión: 680 V
Potencia: 800 CV

- ✓ Caudales medidos con tubo Pitot.
- ✓ Tubería de impulsión de 200 mm.
- ✓ Tubería piezométrica para guía de sonda.
- ✓ Sonda eléctrica graduada para medidas de nivel de agua.
- ✓ Material auxiliar.
- ✓ Profundidad de la aspiración: 190 m.

5.3.- RESUMEN DE LAS DISTINTAS PRUEBAS REALIZADAS:

BOMBEO ESCALONADO

Nº ESCALÓN	TIEMPO (Minutos)	CAUDAL (l/s)	NIVEL ESTÁTICO (m)	NIVEL DINÁMICO (m)	DESCENSO (m)
1	60	21	139,60	142,36	2,76
2	120	40	139,60	144,99	5,39
3	90	60	139,60	149,66	10,06
4	60	90-76 (*)	139,60	163,45	23,85

* Regulación del caudal



RECUPERACIÓN DEL BOMBEO ESCALONADO

TIEMPO (m)	CAUDAL MEDIO PONDERADO (l/s)	NIVEL ESTÁTICO (m)	NIVEL DINÁMICO (m)	NIVEL FINAL (m)	ASCENSO (m)	DESCENSO RESIDUAL (m)
25	80	139,66	103,45	158,18	7,28	16,56

BOMBEO CONTINUO

TIEMPO (Minutos)	CAUDAL (l/s)	NIVEL ESTÁTICO (Metros)	NIVEL DINÁMICO (Metros)	DESCENSO (Metros)
1320	70	139,66	158,54	15,88

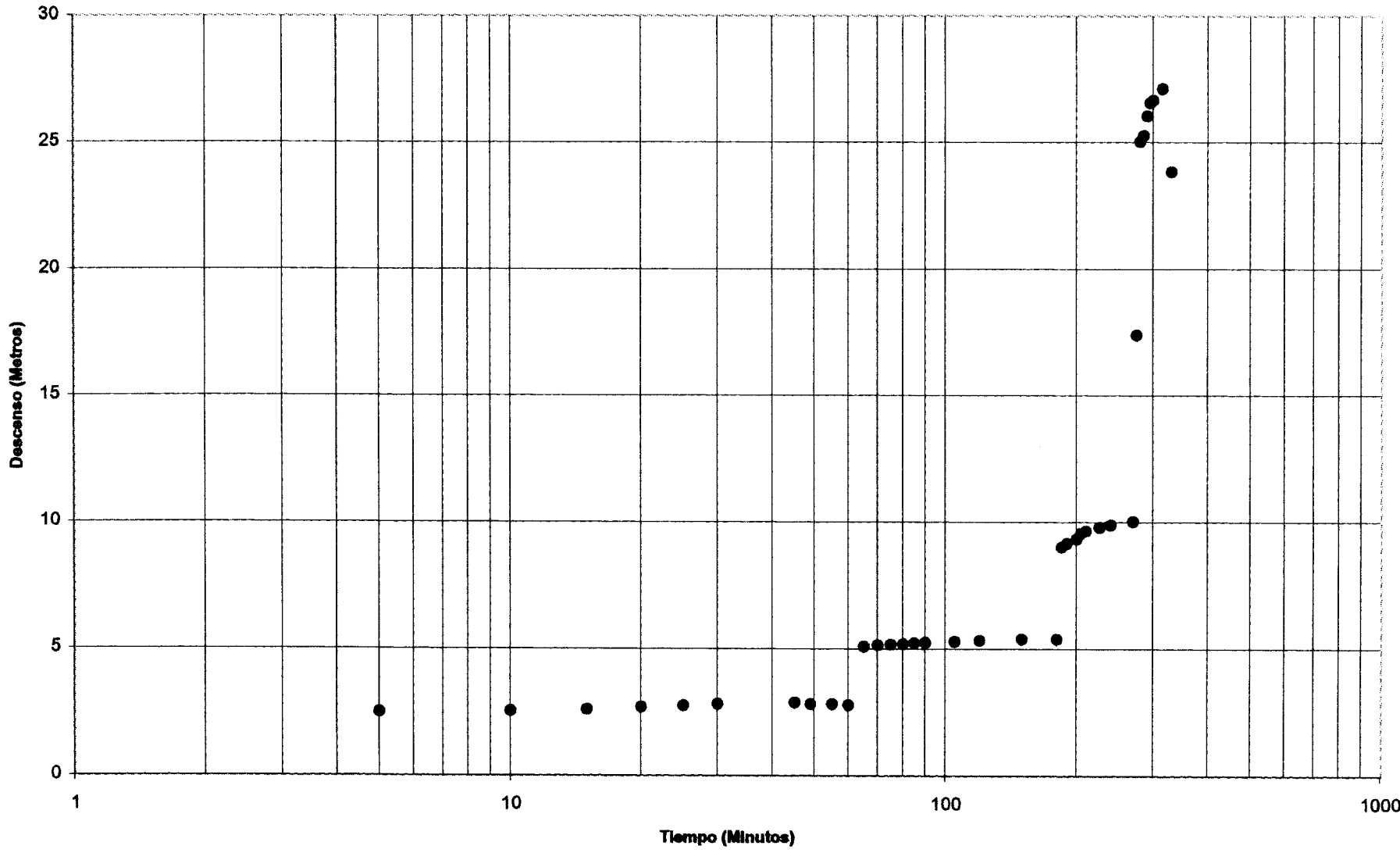
RECUPERACIÓN DEL BOMBEO CONTINUO

TIEMPO (m)	CAUDAL (l/s)	NIVEL ESTÁTICO (m)	NIVEL DINÁMICO (m)	NIVEL FINAL (m)	ASCENSO (m)	DESCENSO RESIDUAL (m)
870	70	139,66	158,54	139,04	18,8	0,34

Sondeo Ayalaya II (bis): Bombeo con caudal escalonado. Q = 21, 40, 60 y 90 l/s (10.02.03)

Tiempo (Minutos)	Profundidad agua (Metros)	Descenso (Metros)	Caudal (l/s)	Observaciones
5	142,10	2,50	21	1° Escalón
10	142,15	2,55	21	Agua sucia
15	142,21	2,61	21	"
20	142,31	2,71	21	Casi limpia
25	142,36	2,76	21	"
30	142,42	2,82	21	"
45	142,49	2,89	21	"
49	142,43	2,83	21	Agua limpia
55	142,42	2,82	21	"
60	142,38	2,78	40	2° Escalón
65	144,69	5,09	40	Casi limpia
70	144,76	5,16	40	"
75	144,78	5,18	40	"
80	144,80	5,20	40	"
85	144,83	5,23	40	Agua limpia
90	144,85	5,25	40	"
105	144,89	5,29	40	"
120	144,94	5,34	40	"
150	144,99	5,39	40	"
180	144,99	5,39	60	3° Escalón
185	148,63	9,03	60	Casi limpia
190	148,77	9,17	60	"
200	148,95	9,35	60	"
205	149,17	9,57	60	"
210	149,26	9,66	60	"
226	149,41	9,81	60	Agua limpia
240	149,51	9,91	60	"
270	149,65	10,05	90	4° Escalón
275	157,00	17,40	87	Agua sucia
280	164,64	25,04	82	"
285	164,89	25,29	82	"
290	165,67	26,07	81	Casi limpia
295	166,17	26,57	81	"
300	166,28	26,68	81	"
315	166,74	27,14	80	"
330	163,45	23,85	76	Fin (estabilizado)

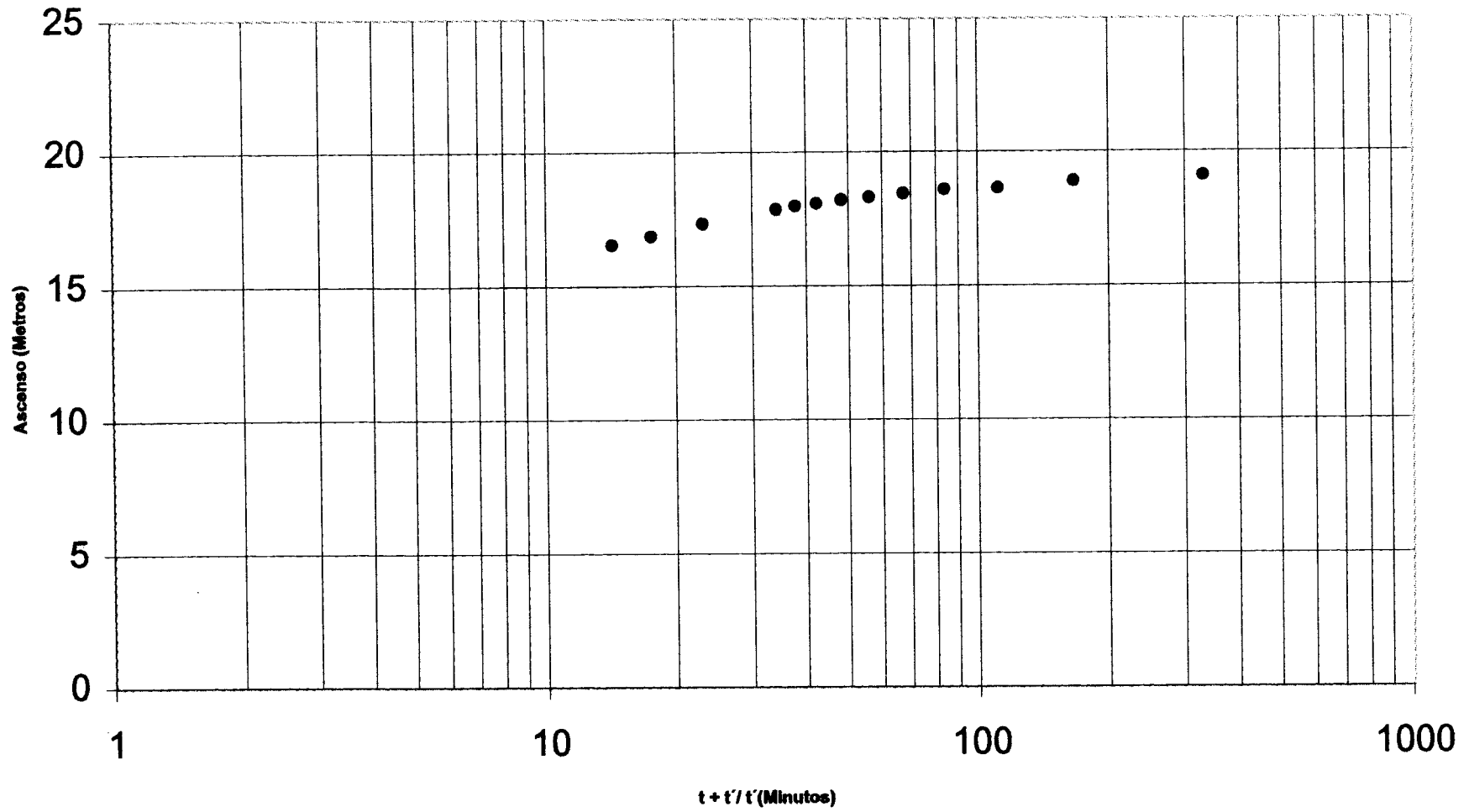
Sondeo ATALAYA II BIS (BAZA):
Descenso del bombeo escalonado



Sondeo Atalaya II (bis): Ascenso del bombeo escalonado

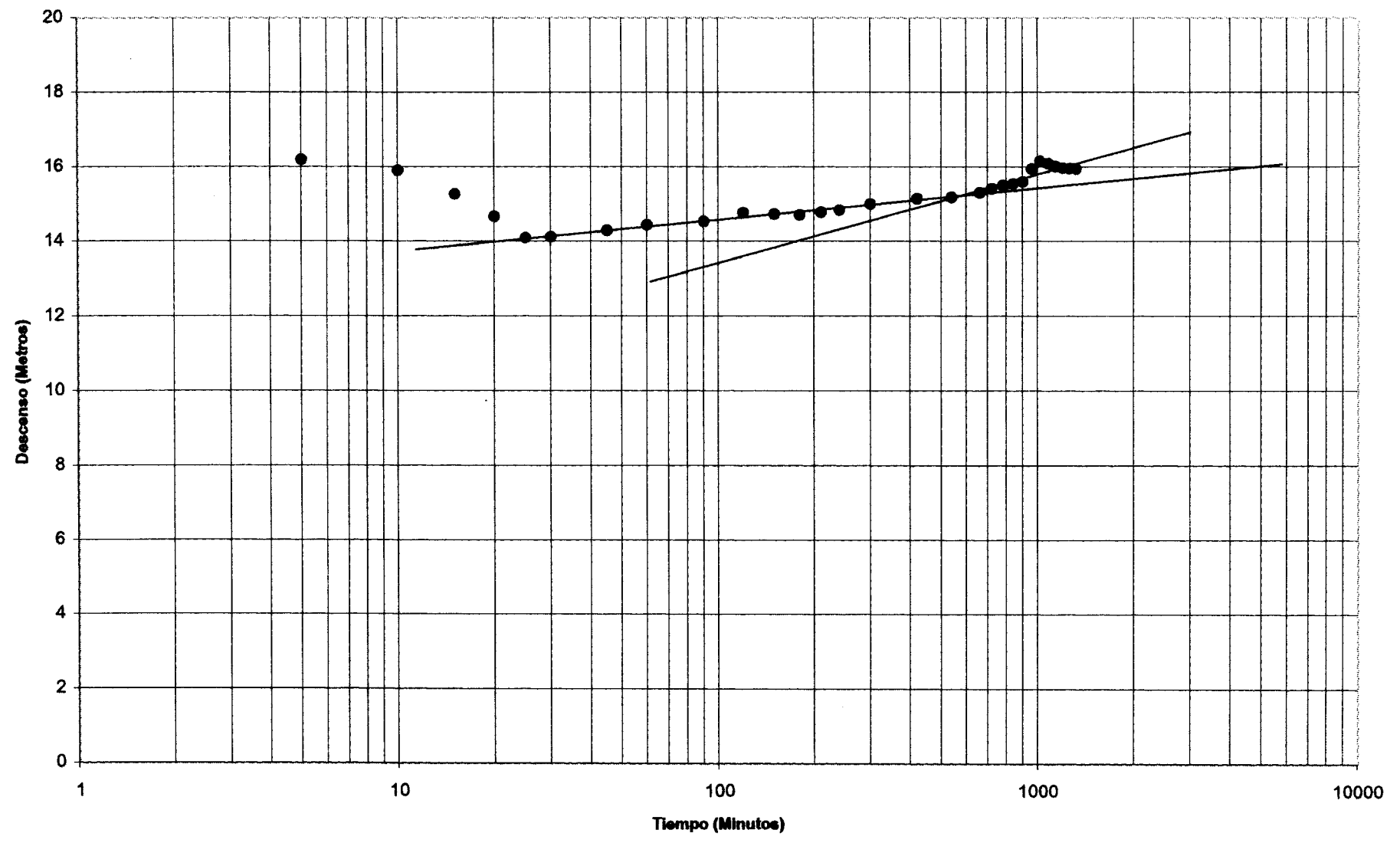
Tiempo (Minutos)	Profundidad agua (Metros)	Descenso (Metros)	$t + t' / t'$ (Minutos)	Observaciones
1	158,72	19,12	331	
2	158,52	18,92	166	
3	158,25	18,65	111	
4	158,21	18,61	84	
5	158,06	18,46	67	
6	157,93	18,33	56	
7	157,82	18,22	48	
8	157,70	18,10	42	
9	157,59	17,99	38	
10	157,47	17,87	34	
15	156,95	17,35	23	
20	156,49	16,89	18	
25	156,16	16,56	14	

Sondeo ATALAYA II BIS (BAZA):
Ascenso del bombeo escalonado



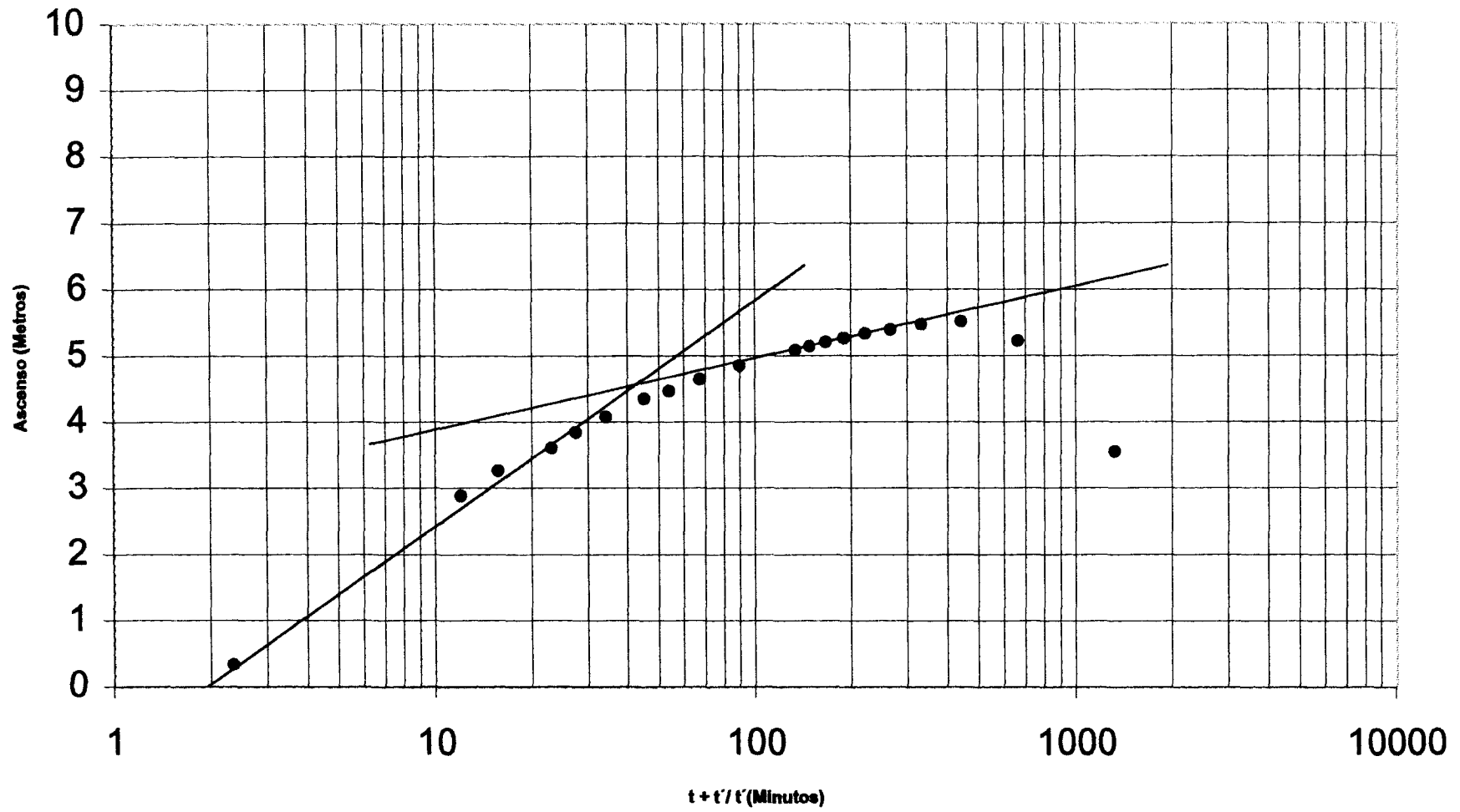
Sondeo Ayalaya II (bis): Bombeo con caudal constante Q = 70 l/s (10-11.02.03)				
Tiempo (Minutos)	Profundidad agua (Metros)	Descenso (Metros)	Caudal (l/s)	Observaciones
5	155,80	16,20	75	Agua sucia
10	155,50	15,90	75	"
15	154,87	15,27	75	"
20	154,27	14,67	75	"
25	153,70	14,10	75	"
30	153,73	14,13	75	Agua casi limpia
45	153,90	14,30	75	"
60	154,04	14,44	75	Agua limpia
90	154,14	14,54	75	"
120	154,38	14,78	70	Se ajusta Q solo
150	154,34	14,74	70	"
180	154,31	14,71	70	"
210	154,39	14,79	70	"
240	154,44	14,84	70	"
300	154,60	15,00	70	"
420	154,74	15,14	70	"
540	154,79	15,19	70	"
660	154,90	15,30	70	"
720	155,01	15,41	70	"
780	155,10	15,50	70	"
840	155,15	15,55	70	"
900	155,20	15,60	70	"
960	155,54	15,94	69	"
1020	155,75	16,15	69	"
1080	155,69	16,09	69	"
1140	155,61	16,01	69	Cond = 549 μ S/cm
1200	155,57	15,97	69	
1260	155,55	15,95	69	
1320	155,54	15,94	69	Fin del bombeo

Sondeo ATALAYA II BIS (BAZA):
Descenso del bombeo continuo Q = 70 l/s.



Sondeo Atalaya II (bis): Ascenso del bombeo continuo Q = 70 l/s.				
Tiempo (Minutos)	Profundidad agua (Metros)	Descenso (Metros)	t + t' / t' (Minutos)	Observaciones
1	143,15	3,55	1321	
2	144,83	5,23	661	
3	145,12	5,52	441	
4	145,08	5,48	331	
5	145,00	5,40	265	
6	144,94	5,34	221	
7	144,87	5,27	190	
8	144,81	5,21	166	
9	144,75	5,15	148	
10	144,69	5,09	133	
15	144,45	4,85	89	
20	144,25	4,65	67	
25	144,07	4,47	54	
30	143,95	4,35	45	
40	143,68	4,08	34	
50	143,45	3,85	27	
60	143,21	3,61	23	
90	142,87	3,27	16	
120	142,49	2,89	12	
990	139,94	0,34	2	

Sondeo ATALAYA II BIS (BAZA):
Ascenso del bombeo continuo Q = 70 l/s.





5.4.- CÁLCULO DE LA TRANSMISIVIDAD:

La transmisividad es un parámetro representativo de la capacidad que tiene un acuífero para ceder agua.

Para su cálculo se ha aplicado la Ecuación de Jacob:

$$d = 0,183 \times \frac{Q}{T} \times \log \frac{2,25 \times T \times t}{r^2 \times S}$$

Que representa el descenso originado, en un punto de observación, por efecto de un bombeo. Dicha Ecuación determina una recta cuya pendiente será:

$$M = 0,183 \times \frac{Q}{T}$$

donde:

M = Pendiente, en metros.

Q = Caudal, en m³/día.

T = Transmisividad, en m²/día.

El valor de **M** se obtiene de modo gráfico, de las representaciones de las medidas realizadas en descenso y recuperación del bombeo de ensayo, siendo **Q** el caudal de extracción durante la prueba.



Aplicando la fórmula anterior en los gráficos obtenidos de la representación de los descensos medidos en el ensayo de bombeo continuo y en la recuperación después del bombeo, se calcula el siguiente valor de Transmisividad:

PRUEBA	CAUDAL (m ³ /día)	PENDIENTE (m)	TRANSMISIVIDAD (m ² /día)
Bombeo continuo	6048	1,8-0,64	615-1729
Recuperación	6048	1,18-3,61	308-654

5.5.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA:

Para el cálculo de los valores de pérdidas de carga se han utilizado las medidas realizadas en el bombeo escalonado, obteniéndose los siguientes datos (para t = 200 minutos):

ESCALÓN	CAUDAL (m ³ /día)	DESCENSO CORREGIDO (Metros)	CAUDAL/DESCENSO (m ³ /día/m)
1º	1814	2,70	7,78
2º	3488	5,40	7,41
3º	5184	10,40	5,77

Utilizando los valores anteriores, se han calculado los coeficientes:

A = Coeficiente de pérdidas de circulación en la formación.

B = Coeficiente de pérdidas en el sondeo.



Los resultados obtenidos por el método analítico son:

$$A = 0,0014 \text{ días/m}^2$$

$$B = 7 \times 10^{-13} \text{ días}^2/\text{m}^5$$

$$n = 3,5$$

(Este cálculo se ha realizado utilizando los bombeos escalonados números 1, 2 y 3 ya que el último se utilizó para estimar el caudal máximo extraíble con las condiciones del ensayo y para diseñar el posterior ensayo de bombeo a caudal constante).

La representación de la Curva Característica Caudal/Descenso (Q/d) y la Curva Característica Caudal Específico/Descenso (Q/d-d), ponen de manifiesto la existencia de pérdidas de carga no lineales. En cuanto al coeficiente B, parece indicar unas pérdidas de carga pequeñas para caudales inferiores a 40 l/s que comienzan a ser significativas (29 %) para caudales superiores a 60 l/s. El obstante el valor de $n = 3,5$ es indicativo de la existencia de un régimen turbulento aunque en este ensayo puede deberse también al paso de acuífero confinado a libre en el entorno del pozo de bombeo durante el ensayo.

La ecuación de Rorabaugh de descenso en el sondeo es la siguiente.

$$d = 0,0014 \text{ días/m}^2 \times Q + 3 \times 10^{-13} \text{ días}^2/\text{m}^5 \times Q^{3,5}$$

5.6.- COMENTARIOS DE LA PRUEBA:

El estudio de los gráficos obtenidos de las diferentes pruebas realizadas, ofrece los resultados siguientes:

- ✓ En el primer escalón el descenso total provocado no es acusado en exceso (2,78 m). Se produce la estabilización del nivel dinámico.
- ✓ Igualmente, en el segundo escalón, con 40 l/s, el descenso no es muy acusado y el nivel dinámico estabilizó con un descenso de 5,39 m.
- ✓ En el tercer escalón el descenso es algo más acusado (10,05 m) y el nivel no puede considerarse estabilizado.



- ✓ El último escalón comenzó con 90 l/s pero hubo que reducirse el caudal de bombeo ya que el descenso era excesivo sí como los arrastres. Posteriormente se procedió a regular el caudal de explotación.
- ✓ La recuperación del ensayo de bombeo escalonado fue muy lenta. Sin embargo, durante los primeros momentos del ensayo de bombeo continuo, el nivel dinámico ascendió en lugar de descender como sería previsible.
- ✓ El ensayo de bombeo continuo comenzó con 75 l/s pero debido a las características del equipo de bombeo, se procedió a regular el caudal a 70 l/s para poder garantizar el realizar un ensayo a caudal constante durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo.
- ✓ Durante el bombeo continuo bombeó el sondeo próximo Atalaya I lo que se reseñó en los correspondientes partes de bombeo. El incremento descenso producido por este bombeo se refleja con claridad en el gráfico de descenso/tiempo.
- ✓ La recuperación medida después del ensayo de bombeo continuo indica que no hay vaciado del acuífero ya que la prolongación de la curva de depresión residual en función de $t+t'/t$ tiende a un valor próximo a 2.

6.- ANÁLISIS QUÍMICOS

Los valores ofrecidos a continuación corresponden al análisis realizado por el laboratorio del IGME, en la muestra de agua tomada en el sondeo realizado, el día 11.02.03.

COMPONENTE ANALIZADO	UNIDADES	VALORES
Ph		7,5
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	440
Cloruros	mg/l	8
Sulfatos	mg/l	53
Calcio	mg/l	66
Magnesio	mg/l	29
Potasio	mg/l	0
Residuo Seco 180°	mg/l	341
Nitratos	mg/l	8
Nitritos	mg/l	0
Amoniaco	mg/l	0
DQO	mg/l	0,5
Bicarbonatos	mg/l	249
Carbonatos	mg/l	0
Sodio	mg/l	4
Fosfatos	mg/l	0
Sílice	mg/l	7



7.- ACONDICIONAMIENTO DEFINITIVO DEL SONDEO:

El acondicionamiento final del sondeo vino condicionado por los desprendimientos ocurridos durante la perforación y las observaciones realizadas en relación con el agua del lodo del sondeo. Esta situación se desarrolló de la siguiente manera:

- El día 18/12/02 y habiéndose alcanzado los 229 metros de perforación, comienzan los desprendimientos desde el metro 224 haciendo imposible la perforación. Además, se detecta un que el agua del sondeo tiene muy mal olor por lo que, de acuerdo con la dirección técnica del sondeo, se decide finalizar la perforación y cementar esos últimos metros para aislar las aguas de mala calidad.
- El día 20/12/02 se realizaron las operaciones de cementación del fondo del sondeo. La asistencia técnica recomendó a la empresa perforadora realizar el tapón con pelets de arcilla sellante pero, ante el desconocimiento de este material por parte del contratista y la imperiosidad de cementar el sondeo, se decidió realizar un tapón de hormigón bajando el mismo con la válvula de extracción del detritus. Estas operaciones se realizaron con éxito introduciéndose 4 válvulas de 280 litros de hormigón en proporción de 345 kg. de cemento por m³, lo que suma 1,12 m³ de hormigón.
- El día 23/12/02 y después de comprobarse el fraguado del hormigón, se procedió a la introducción de la tubería ranurada de 400 mm de diámetro a la que se le soldó una tapa metálica en el fondo para evitar el relleno de la misma y un rebaje para el adecuado ajuste con la tubería ya existente en el sondeo de 450 mm de diámetro.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- ✓ Con objeto de asegurar el abastecimiento de agua potable de la localidad de Baza (Granada), se ha realizado el sondeo Atalaya II Bis que sustituye al denominado Atalaya II, inutilizado para su uso por a un importante derrumbe que lo cegó totalmente. La columna litológica atravesada en la perforación está constituida por conglomerados y dolomías, estas últimas conforman la formación acuífera explotada por lo otros dos sondeos de abastecimiento a Baza (Atalaya I y III).



✓ Para evaluar la captación se han llevado a cabo un ensayo de bombeo escalonado y otro a caudal constante con las siguientes características:

- Duración Total: 43 ½ horas (38 ½ de bombeo y 5 de recuperación).
- Bombeos realizados: se realizaron 5 bombeos escalonados y medidas de recuperación, más 2 bombeos con caudal continuo y sus correspondientes medidas de recuperación al término de cada uno de ellos. El reparto se hizo de la siguiente manera:

Nº ORDEN	TIPO DE PRUEBA	DURACIÓN (minutos)	CAUDAL (l/s)
1º	Descenso escalonado	330	21-40-60-80
2º	Recuperación	25	54 (*)
3º	Descenso continuo	30	70
4º	Recuperación	30	70

* Caudal medio ponderado.

- ✓ La Transmisividad calculada es del orden de 615 a 1719 m²/día, en descenso correspondiente al ensayo a caudal constante y de 306 a 954 m²/día, en la recuperación del mismo. Se puede adoptar un valor de 1000 m²/día como representativo del acuífero en el entorno del sondeo.
- ✓ Debido al sospechoso olor a sulfhídrico del agua durante los últimos metros de perforación, se decidió el aislamiento y relleno de las mismas mediante un tapón de hormigón. Una vez concluidas las operaciones de sellado la perforación quedó con una profundidad total de 221 metros.
- ✓ Con respecto a la calidad química del agua cabe decir que ninguno de los componentes analizados, supera los valores paramétricos establecidos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

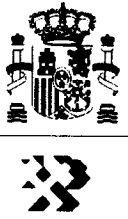


- ✓ La población de Baza tiene una tendencia demográfica estabilizada; así pues, los censos oficiales de población publicados por el Instituto Nacional de Estadística ofrecen los siguientes datos:

CENSO DE POBLACIÓN. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. MUNICIPIO DE BAZA (GRANADA)	
FECHA	Nº DE HABITANTES
1. Mayo. 1996	20.685
1. Enero. 1998	20.113
1. Enero. 1999	21.336
1. Enero. 2000	20.818
1. Enero. 2001	20.954

Aplicando las dotaciones establecidas, para demanda de abastecimiento urbano, en el Plan Hidrológico de Cuenca del Guadalquivir (Real Decreto 1664/1998, de 24 de Julio), para una actividad industrial-comercial media y fijando como horizonte el año 2012, se asigna una dotación de 280 litros/habitante/día. Así pues la demanda de abastecimiento de la localidad de Baza es la siguiente:

POBLACIÓN PERMANENTE (Nº habitantes)	DOTACIÓN (litros/día)	DEMANDA (lt/s)
20.954	280	68



Por lo tanto, puesto que el municipio tiene una disponibilidad de 70 l/s procedentes del manantial de Siete Fuentes y de 35 l/s del sondeo de abastecimiento Atalaya III, se estima que la demanda calculada de agua debería estar cubierta con ambas captaciones. No obstante, teniéndose conocimiento por el técnico que suscribe de que es necesario el bombeo de un caudal superior para el correcto suministro de agua a la población, se recomienda, en las actuales circunstancias, la instalación del sondeo Atalaya II Bis para extraer un caudal de 50 l/s situando la aspiración entre 172 y 178 metros de profundidad.

Igualmente se recomienda la perforación un nuevo sondeo de sustitución del inutilizado Atalaya I en las proximidades de este para tener la seguridad de abastecimiento en caso de avería de los sondeos Atalaya III y II Bis o de merma en el caudal del manantial de Siete Fuentes.

El responsable de los trabajos por el IGME:

Tomás Peinado Parra
Oficina de Proyectos de Granada