

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LA MEJORA DEL  
ABASTECIMIENTO DE PAULENCA, GUADIX. (GRANADA).

# I N D I C E

<u>I. INTRODUCCION</u>	1.-
I.1. ANTECEDENTES	1.-
I.2. OBJETIVOS	1.-
I.3. METODOLOGIA	2.-
<u>II. GEOLOGIA</u>	5.-
<u>III. HIDROGEOLOGIA</u>	9.-
III.1. RAMBLA DE PAULENCA	9.-
<u>IV. GEOFISICA</u>	14.-
IV.1. METODO EMPLEADO	14.-
IV.2. INTERPRETACION	17.-
IV.3. RESULTADOS OBTENIDOS	17.-
<u>V. SOLUCIONES PROPUESTAS</u>	20.-
<u>VI. CONCLUSIONES</u>	24.-

I. INTRODUCCION

### I.1. ANTECEDENTES.

El abastecimiento de Paulenca, pedanía de Guadix, se ha estado realizando hasta la actualidad a través de un sondeo de 61 m. de profundidad. Cuando se realizó la obra, el sondeo producía del orden de los 5 l/seg. En los meses pasados el caudal disminuyó, se produjeron arrastres de materiales finos y se averió la bomba. Se introdujo otra nueva bomba de 2 l/seg de caudal punta funcionando discontinuamente, siendo incapaz de abastecer a los 500-600 habitantes de Paulenca durante el verano.

La EXCELENTISIMA DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GRANADA encargó el estudio hidrogeológico a JOSE LUIS GARCIA GARCIA para conocer la mejor solución para resolver este problema.

### I.2. OBJETIVOS.

El objeto del estudio es la investigación de las características hidrogeológicas que ofrece el terreno, y en el caso de que sean favorables, queden cubiertas las necesidades planteadas, del orden de 2 l/seg para abastecer a un máximo de 600 habitantes. Se considerarán soluciones alternativas tanto las reparaciones de las antiguas obras

# CARACTERISTICAS DEL ABASTECIMIENTO

## DATOS GEOGRAFICOS Y SOCIO-ECONOMICOS

Provincia: GRANADA      Municipio: GUADIX      Localidad: PAULENCA

### EVOLUCION DE LA POBLACION

Censo: 400      Emigración:      Oscilación temporal: 200

### INDUSTRIAS ABASTECIDAS



## CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

### PROCEDENCIA DE LAS AGUAS

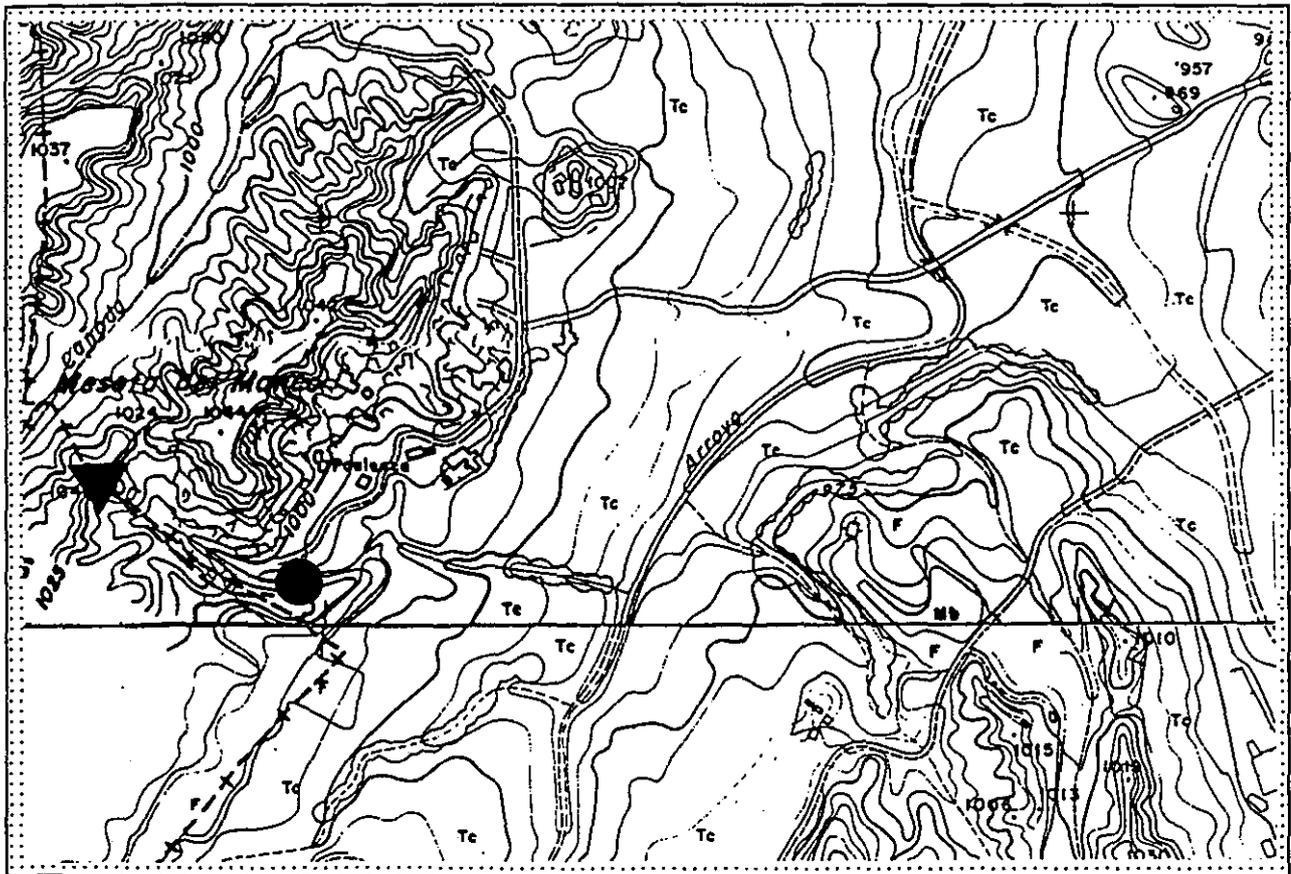
Superficiales: No

Subterráneas: si

Caudal disponible (l/s): ?

Dotación (l/hab\*dia): 150

### **Croquis de las instalaciones**



- SONDEO
- ▼ DEPOSITO



como la realización de nuevas captaciones.

### I.3. METODOLOGIA.

El estudio constará de los siguientes apartados:

- Recopilación de la información existente de la geología, hidrogeología.
- Revisión de la cartografía geológica, con relación de cortes e itinerarios de campo y fotogeología.
- Inventario de puntos de agua dentro y próximos a la zona de estudio.
- Realización de Sondeos Eléctricos Verticales, según perfiles que permitan determinar, geometría, naturaleza, distribución vertical y horizontal de acuíferos.
- Realización de cartografía hidrogeológica.

- Análisis de datos.

- Elaboración del informe final.

II. GEOLOGIA

La zona de estudio, se encuentra situada en la Depresión de Guadix, depresión intramontañosa de las Cordilleras Béticas.

Dentro de ella, los materiales que afloran en la zona pertenecen a:

A.- Formación Guadix.

B.- Aluviales Cuaternarios de la Rambla de Paulenca.

A.- Formación Guadix

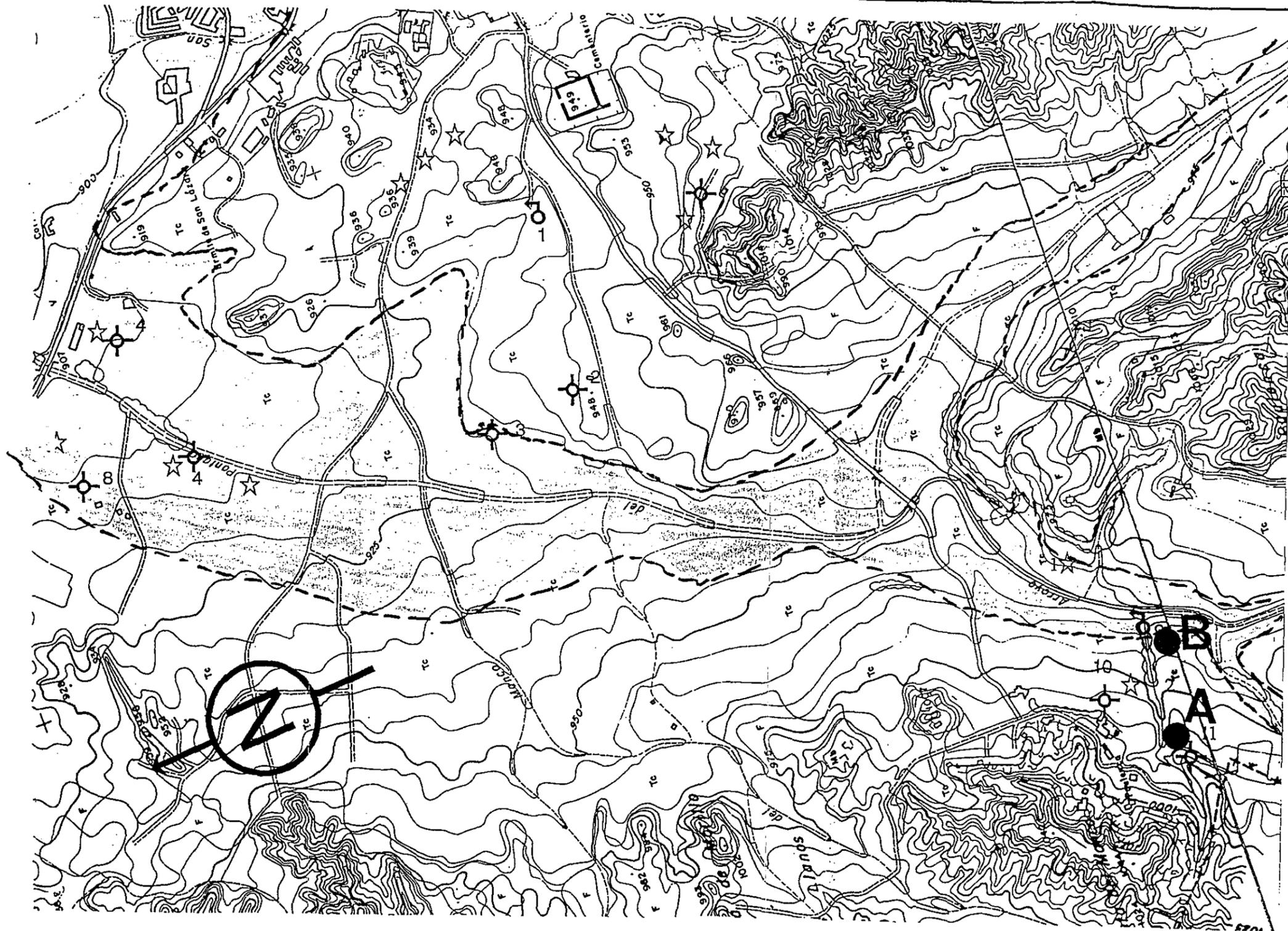
Esta formación se caracteriza por estar compuesta por materiales detríticos de origen fluvial, donde materiales finos (limos, arcillas, arenas finas) alternan con materiales groseros (conglomerados, gravas, arenas). Alcanzando los tramos conglomeráticos una potencia media de 1 o 2 m. Las acuñaciones laterales pueden llegar a ser muy acusadas.

Los materiales más groseros, gravas, conglomerados, arenas, son los de mayor energía y constituyen abanicos aluviales, se sitúan más próximos a la fuente de origen de los materiales detríticos. Con la distancia los materiales se van seleccionando y disminuyendo los materiales groseros, y constituyéndose depósitos alternantes de gravas, arenas medias a finas, limos y arcillas. Se correspondería con un cambio de medio sedimentarios de abanicos aluviales a canales anastomosados.

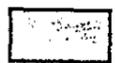
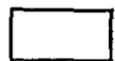
Si se prosigue esta evolución la posibilidad de encontrar materiales groseros disminuye y los depósitos se hacen más finos en general, limitándose a los paleocauces las zonas donde se podrían localizar elementos más groseros.

En la vertical y por estudios regionales, se observa que la energía decrece con la profundidad, por lo que cabe esperar una disminución en el tamaño de grano en este sentido.

La zona de estudio se localiza dentro de este esquema en un sector de transición, donde existe la posibilidad de cortar materiales detríticos gruesos, en niveles de conglomerados o arenas, puestos de manifiesto por sondeos realizados en la zona, no así, por los cortes que se

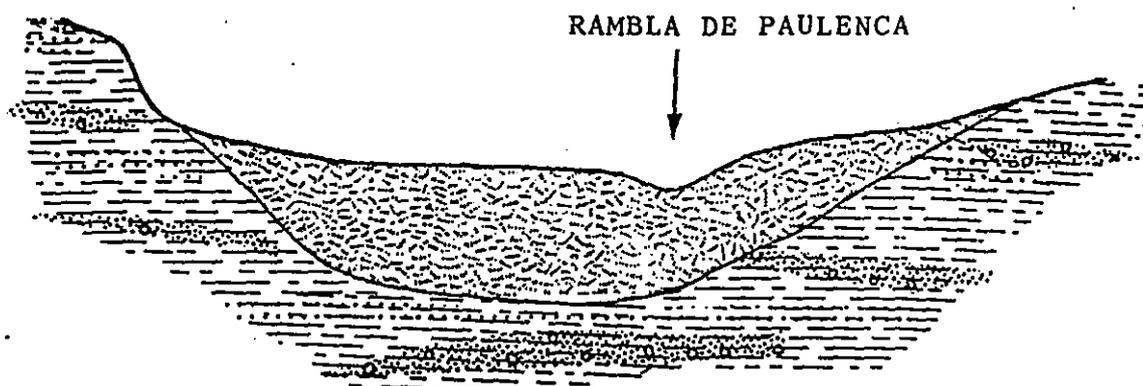


**LEYENDA :**

-  Aluvial
-  Formacion Guadix

-  S E V
-  Sondeo o Pozo
-  Manantial
-  SOLUCION ALTERNATIVA

José Luis García García Geólogo		Estudio: HIDROGEOLOGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE PAULENCA. GUADIX.	
Escala: 1:10.000		Titulo: MAPA HIDROGEOLOGICO	
Fecha: Junio-93		Población: GUADIX. (GRANADA)	Figura: 2



José Luis García García Geólogo	Estudio HIDROGEOLOGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE PAULENCA. GUADIX=		
	Título CORTE GEOLOGICO		
Escala	Localidad GUADIX (GRANADA)	Fecha Junio-93	Figura 3

III. HIDROGEOLOGIA

En función del comportamiento hidrogeológico de los materiales que afloran en la zona, cuyas características litológicas se describieron en el capítulo anterior, se diferencian que generalmente el aluvial de la Rambla de Paulenca presenta la permeabilidad constante y la Formación Guadix es más variable, tanto en vertical como en horizontal.

### III.1. RAMBLA DE PAULENCA

Se trata en conjunto de un acuífero detrítico por permeabilidad intergranular, variable en función de su contenido de gravas y arenas, (ligados a la presencia de paleocauces).

El espesor de la rambla es variable, oscilando entre 10 - 15 m. Esto es objeto de la prospección geofísica.

Igualmente el nivel piezométrico varía a lo largo de la rambla, localizándose a una cota próxima a la superficie de la Rambla. La variación estacional de nivel ocasiona manantiales de caudal variable a lo largo de toda la Rambla.

TABLA I  
INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Nº	Q	np	Prof.	Observaciones
1	?	--	---	Formación Guadix
2	?	?	---	Formación Guadix
3	10-15 l/s	?	60 m.	Formación Guadix
4	---	--	---	Aluvial
7	?	--	12 m.	Seco
8	?	12 m.	13 m.	Aluvial ?
9	5-15 l/s		o	Manant.aluvial
10	1-5 l/s		61 m.	Formación Guadix
11	5 l/s	25 m.	40 m.	Formación Guadix

**- FORMACION GUADIX**

Su comportamiento hidrogeológico dista mucho de ser homogéneo.

Así se tiene un comportamiento prácticamente impermeable para aquellos sectores y tramos con predominio de arcillas, hacia el NE de la zona de estudio. Se comporta como acuífero de permeabilidad media o alta en la zona y

hacia el Sur. Entre ambos extremos tiene, para los niveles de arenas finas y limos, un comportamiento de acuitardo.

La variación de permeabilidad está en función, como hemos visto en el apartado de Geología, de la posición estratigráfica se considere. De manera que existe una transición de permeabilidad mayor al Sur que disminuye progresivamente hacia el Norte. La disminución de la permeabilidad hace que el nivel piezométrico se eleve y se produzcan manantiales como el punto nº 9.

Además de la disminución de la permeabilidad, la existencia de capas de gravas y arenas con intercalaciones de capas de limos y arcillas, ocasiona que la ejecución de un sondeo de explotación debe ser muy cuidadosa. De una parte una mala ejecución mezclaría, en el área de perforación, las capas de limos y arcillas con las arenas y gravas, con lo que la permeabilidad cercana al sondeo se vería seriamente disminuida, con lo que los rendimientos prácticos disminuirían. No solamente eso sino que además, dado que las zonas preferenciales de entrada de agua del acuífero al pozo son muy reducidas, por lo, al no haber superficie, que la velocidad de entrada del agua se eleva, por tanto, se producen con mayor facilidad arrastres de limos y arenas finas que invaden el sondeo, la bomba queda afectada, pues a

la vez son desgastados prematuramente. El sondeo que abastece a Paulenca ha debido pasar por un proceso similar.

La ejecución del nuevo sondeo (nº 11) ha servido para constatar que se está en una zona de permeabilidad media, con un nivel situado a cota aproximada de 915 m.s.n.m.

Ante la incertidumbre de las características tanto del Aluvial como de la Formación Guadix para el sector dado, así como la relación entre ambos se ha proyectado la realización de Sondeos Eléctricos Verticales, de manera que se definan las circunstancias favorables descritas con mayor precisión.

IV. GEOFISICA

Se han realizado dos Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V) de AB 250 - 400 m. que tienen como objetivo constatar el espesor del relleno aluvial y determinar la naturaleza del substrato en la zona de estudio. Su situación se muestra en la Fig. 2.

#### IV.I. METODO EMPLEADO

La Prospección Geofísica Eléctrica, se basa en un esquema como el siguiente:

En la superficie del suelo, se sitúan dos electrodos, A y B, por los cuales se introduce una corriente que penetra en el subsuelo.

Con ayuda de otros dos electrodos, M y N, se toma lectura de la caída de potencial creada por la corriente inyectada. Las reglas de base son que para un dispositivo dado, la caída de potencial es tanto más grande cuanto mayor es la resistividad del suelo y que la penetración de la corriente (profundidad de investigación), en el suelo es tanto mayor, cuanto más grande es la separación entre los electrodos A y B.

Existen gran número de combinaciones y

configuraciones de electrodos, dando lugar a diferentes dispositivos de calicatas y Sondeos Eléctricos Verticales.

En esta campaña se ha utilizado el dispositivo Schlumberger simétrico de S.E.V con apertura máxima de alas prevista de 400 m.

El dispositivo consiste en dejar fijo el centro, contante la distancia MN y aumentar progresivamente la distancia AB. Se observa entonces una evolución de la resistividad aparente en función de la profundidad y penetración de la corriente. La interpretación de las medidas obtenidas, permite calcular la resistividad de las diferentes capas en la vertical del centro del dispositivo.

Una vez realizados los S.E.V se obtienen una serie de puntos para cada estación AB. El conjunto de puntos representa una discretización de la curva de resistividad aparente (CRA), de cada S.E.V.

Con estos valores obtenidos, caben dos tipos de interpretación. Una cuantitativa que define el espesor de las capas y las resistividades reales del subsuelo, que es el que se ha realizado en este estudio y cualitativa para el caso de seguir el trazado de perfiles, que define variaciones laterales de resistividad aparente para AB determinados y las asimila a unas variaciones litológicas, en función de la geología de la zona.

La interpretación de este estudio es solo cuantitativa y se ha seguido el siguiente método:

Una vez obtenidas las CRA de campo, se comparan con las curvas patrón de tres capas y por el método de punto auxiliar, obtenemos un corte geoelectrico de resistividad real y espesores de las capas. Se utiliza un programa de ordenador para realizar el problema inverso, es decir, dado un corte geoelectrico, obtener una CRA teórica. Se comparan las CRA de campo y las generadas por ordenador, y si se tiene una correspondencia aceptable se da la interpretación por válida. En el caso contrario se repite la operación hasta conseguir la correspondencia.

## IV.2. INTERPRETACION

Una vez interpretadas y ajustadas las curvas de resistividad aparente de campo se cuenta con los valores de resistividad real y espesores (E) de las diferentes capas detectadas para cada uno de los S.E.V.

Los valores así obtenidos se ha representado en los cortes geoeléctricos (Anexo).

## IV.3. RESULTADOS OBTENIDOS

Tras la interpretación (Tabla II) de los S.E.V. se pueden diferenciar varios tipos de materiales.

Tanto la Formación Guadix y los materiales aluviales recientes tienen la misma litología, conglomerados compuestos por cantos, gravas, arenas, limos e incluso arcillas dispuestas en capas. La prospección geofísica eléctrica detectó capas de diferente resistividad que se corresponde en este caso, directamente con el tamaño de grano de limos y arcillas.

Se identifica con resistividades bajas, inferior a

los 30  $\Omega$ m. Las gravas y arenas con resistividades superiores a los 200  $\Omega$ m. De manera que los valores intermedios o bien se identifican como una mezcla homogénea de tamaños de grano o bien con alternancias de capas de litología variable con espesores no diferenciables por el método empleado.

TABLA II  
INTERPRETACION

SEV	Capa	Resist	Prof.	Interpretación
1	1	18	0.5	Suelo
	2	140	3	Aluvial (gravas y arenas)
	3	32	7	Aluvial (limos)
	4	140	72	F.Guadix (grava arenas y limos)
	5	10		F.Guadix (limos)
2	1	200	6	aluvial (gravas y arenas)
	2	80	10	F.Guadix (grava arenas y limos)
	3	400	14	F.Guadix (gravas y arenas)
	4	110		F.Guadix (grava arenas y limos)

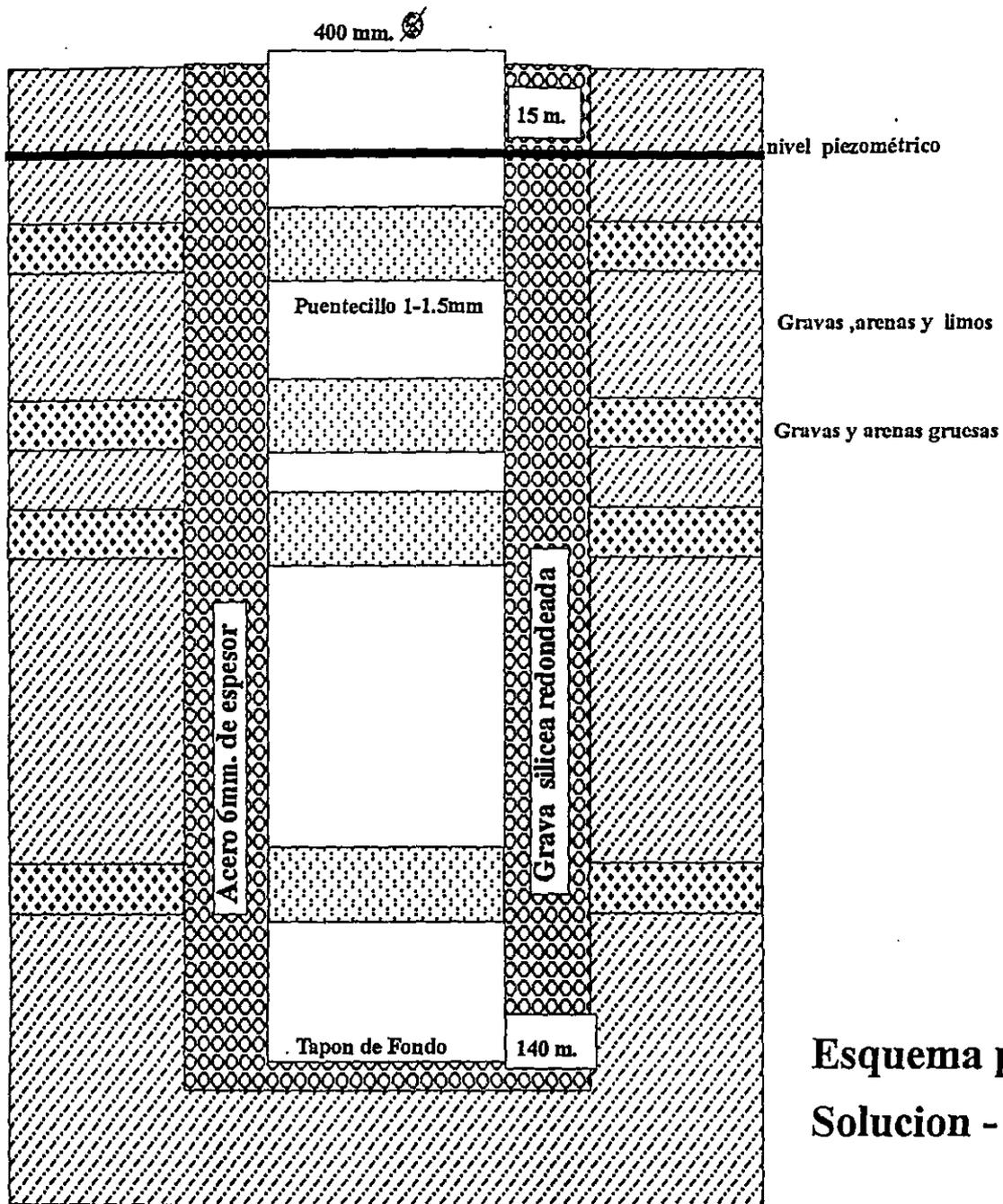
**V. SOLUCIONES PROPUESTAS**

Dadas las características del entorno hidrogeológico y analizando los anteriores apartados se ofrecen dos soluciones alternativas a esta demanda:

#### ALTERNATIVA A

Realizar un nuevo sondeo en las proximidades (fig. 2) del sondeo existente con las características siguientes:

- Profundidad: 140 m.
- Diámetro: el que permita una entubación definitiva de 400 mm de diámetro como mínimo.
- Sistema: Percusión o Rotación , circulación inversa.
- Entubado auxiliar solo para la percusión. Continua y a partir del nivel piezométrico, aproximadamente 20 m. de manera que no permita la caída de capas de materiales finos.
- Entubación definitiva: Tubería de acero



**Esquema para la Solucion - A -**

José Luis García García Geologo	Estudio HIDROGEOLOGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE PAULENCA. GUADIX.		
	Titulo ESQUEMA PARA LA SOLUCION A		
Escala	Localidad GUADIX (GRANADA)	Fecha Junio-93	Figura 4

de 400 mm. de diámetro y 6 mm de espesor.

- Anular Grava silícea redondeada y de granulometría a definir por la dirección de obra.

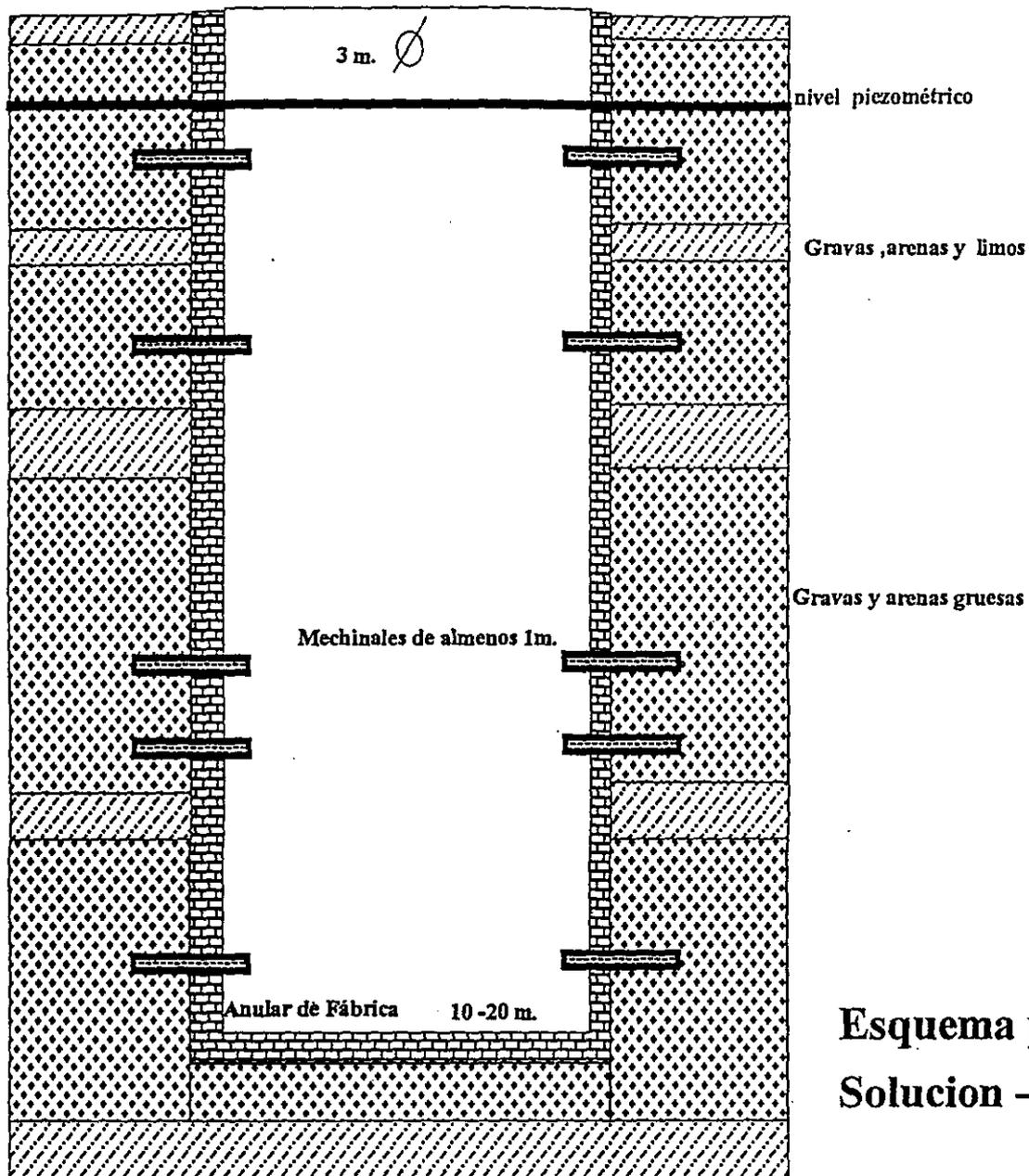
- Rejilla filtrante: Filtro de puentecillo de 400 mm de diámetro y 6 mm de espesor y 1-1,5 mm. de abertura de ranuras a definir por la dirección de obra.

- Tapón de fondo en la entubación.

#### **ALTERNATIVA B**

Realizar un pozo abierto en las proximidades de la Rambla de la Paulenca (Fig. 2) con las siguientes características:

- Profundidad: 15 a 20 m. dependiendo de la ubicación, pues el nivel piezométrico está a cota 915 m.s.n.m. Se trata de obtener al menos, 10 m. de columna de agua en el pozo.



**Esquema para la  
Solucion - B -**

José Luis García García Geologo	Estudio HIDROGEOLOGICO PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE PAULENCA. GUADIX.		
	Titulo ESQUEMA PARA LA SULUCION B		
Escala	Localidad GUADIX (GRANADA)	Fecha Junio-93	Figura 5

- Diámetro: mínimo de 3 m. para que permita la introducción de máquina de sondeos horizontales.

- Fondo: Impermeable, que evite sifonamientos.

- Realizar mecinales agujeros que traspasen las paredes del pozo, que se introduzcan al menos medio metro en el acuífero, en las zonas donde decida la dirección técnica del pozo.

VI. CONCLUSIONES

A la vista de los anteriores apartados podemos concluir:

1.- La zona de estudio se sitúa en un acuífero de permeabilidad de media a alta.

2.- Aunque está constituida por dos formaciones geológicas, aluvial de Paulenca y Formación Guadix, dadas sus características hidrogeológicas, forma un conjunto hidrogeológico: acuífero multicapa con variaciones de permeabilidad primaria tanto en vertical (diferentes capas) como en horizontal.

3.- El nivel piezométrico general se sitúa a 915 m.s.n.m.

4.- Se aportan dos soluciones alternativas que solucionan la demanda comunicada.

5.- Dadas las características litológicas del entorno, (capas de limos y arcillas alternantes con capas de arenas y gravas), se debe tener muy en cuenta, que el factor decisivo a la hora de obtener rendimientos satisfactorios y evitar problemas de arrastre de limos, es la calidad constructiva en

ambas soluciones alternativas. Si se producen desprendimientos en la construcción de los pozos los rendimientos no serán satisfactorios.

6.- La dirección del pozo por técnica competente resulta imprescindible.

Granada, 14 de Junio de 1993

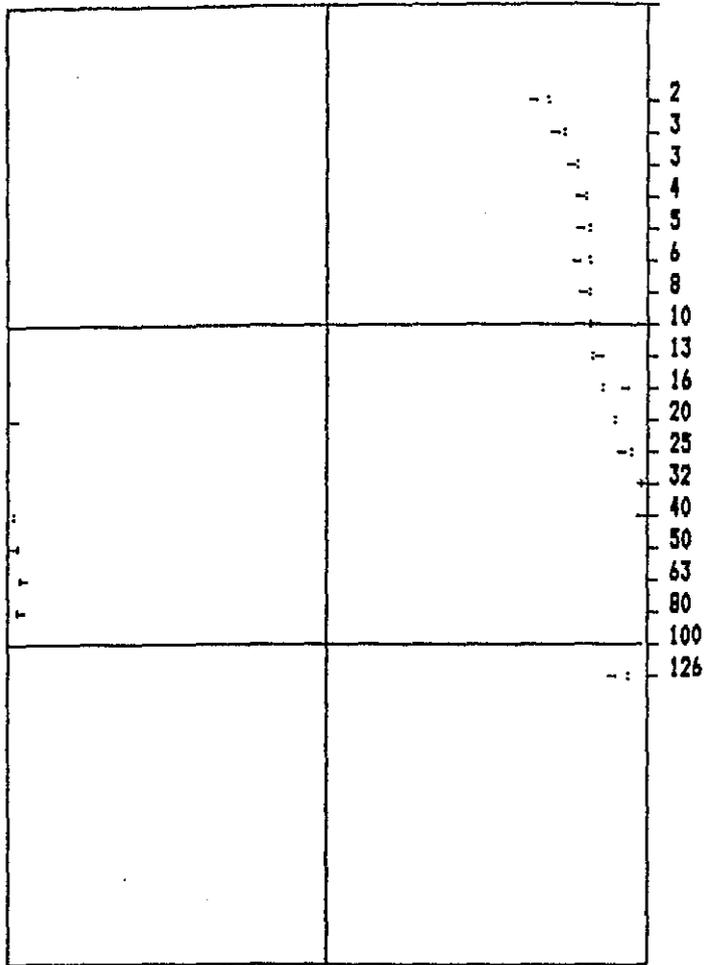
A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop followed by a horizontal stroke and a vertical line extending downwards.

Edo. JOSE LUIS GARCIA GARCIA

STUDIO  
CAPS

A N E X O S

CAPA	RESISTIVIDAD Ω m.	ESPESOR m.	PROFUNDIDAD m.
1	18	.5	1
2	140	1.5	3
3	32	3.5	7
4	140	65	72
5	10		

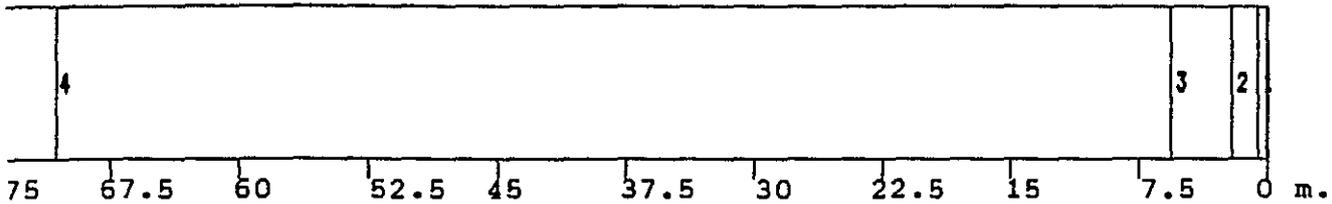


Estación	AB/2 en m.	fa en fl m.
1	2	44
2	2.5	52
3	3.16	58
4	4	62
5	5	61
6	6.3	60
7	8	63
8	10	65
9	12.5	71
10	16	85
11	20	103
12	25	84
13	31.6	1
14	40	98
15	50	107
16	63	116
17	80	114
18	100	82
19	125	77

Dato de Campo  
Dato Calculado

f aparente

CORTE GEOELECTRICO



ESTUDIO : Paulenca

SEV : 2

CAPA

RESISTIVIDAD  
Ω m.

ESPESOR  
m.

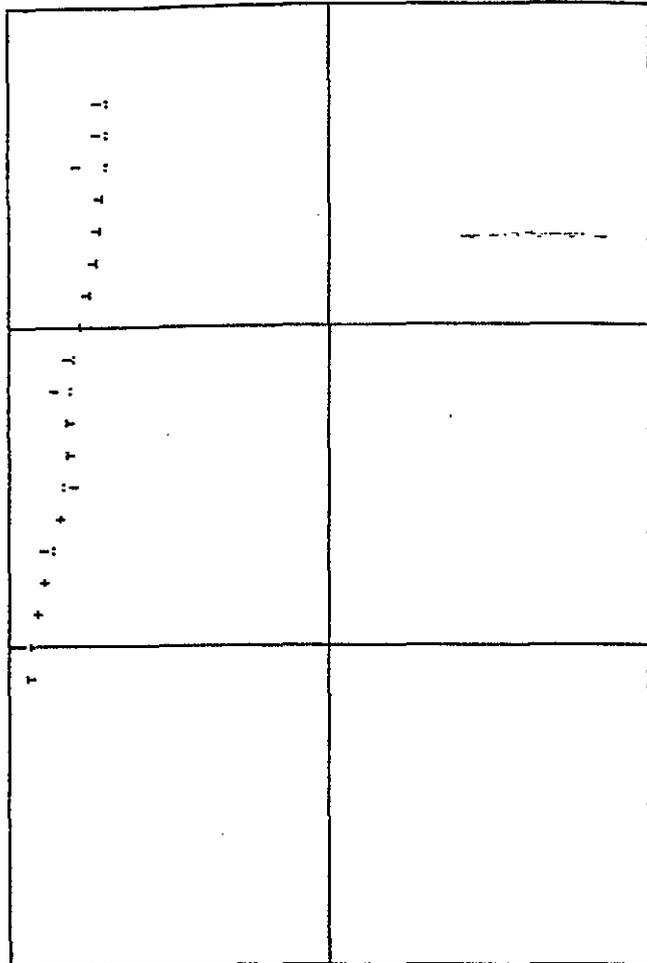
PROFUNDIDAD  
m.

1  
4000

200  
80  
400  
110

5.5  
4  
4

6  
10  
14



2  
3  
3  
4  
5  
6  
8  
10  
13  
16  
20  
25  
32  
40  
50  
63  
80  
100  
126

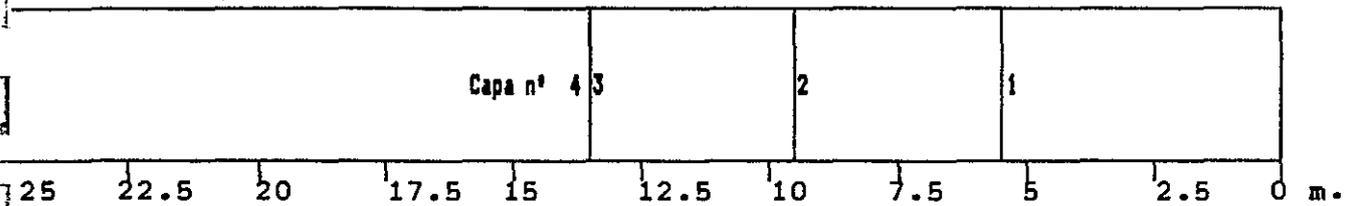
Estación AB/2 en m. ρa en Ω m.

1	2	189
2	2.5	188
3	3.16	164
4	4	197
5	5	192
6	6.3	186
7	8	177
8	10	167
9	12.5	155
10	16	142
11	20	158
12	25	157
13	31.6	167
14	40	148
15	50	132
16	63	131
17	80	127
18	100	130
19	125	121

Dato de Campo  
Dato Calculado

ρ aparente

CORTE GEOELECTRICO



José Luis García García  
Geólogo  
Cuesta de Gómez, 2  
18009 GRANADA  
TELF. (958) 22 93 09  
FAX 22 20 13

nº total de paginas: 2

A la atención: JESUS MARTINEZ IBANEZ

Objeto: URBANISMO

Sondeo de PAULENCA

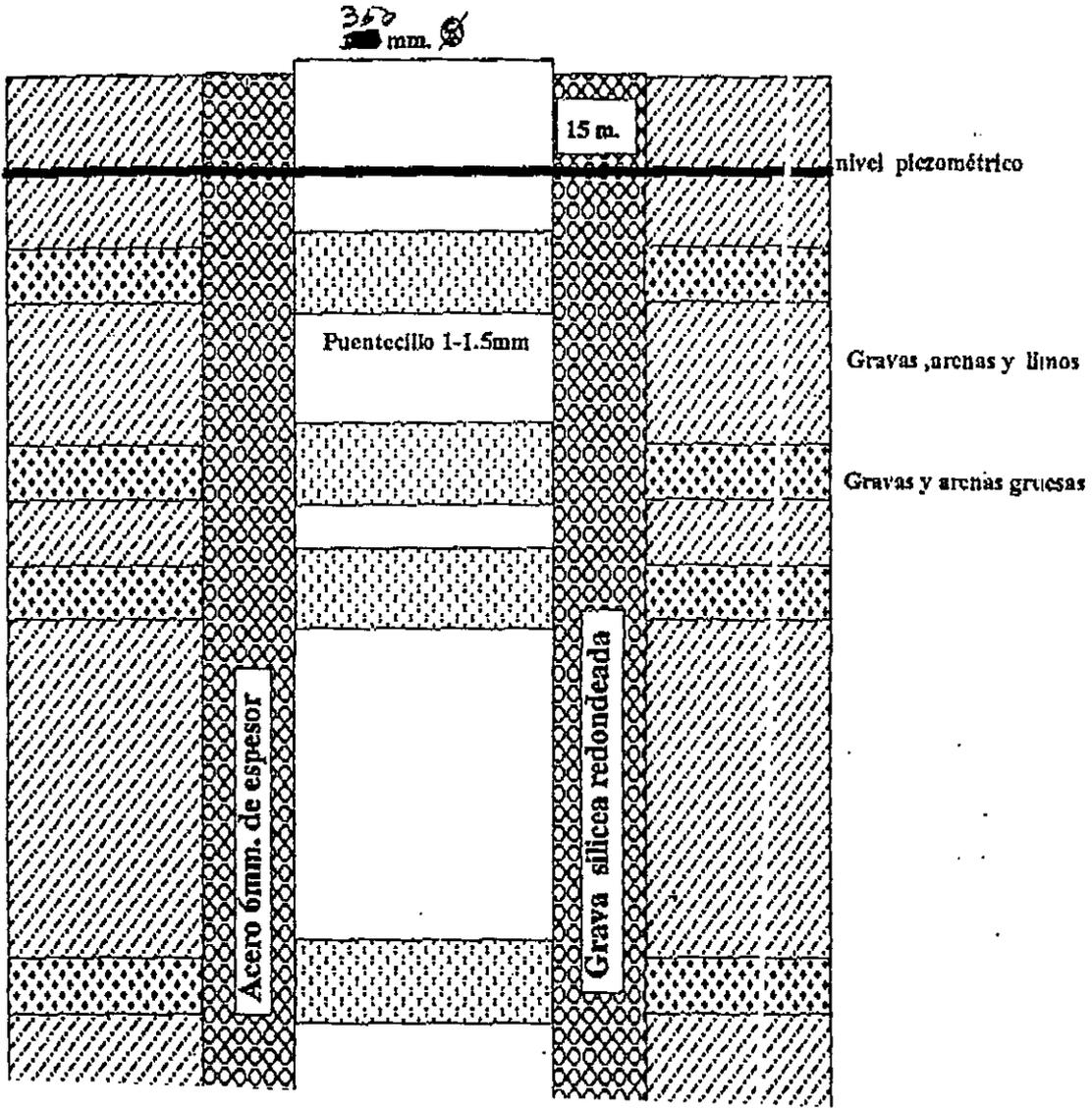
#### Características principales del sondeo:

- Profundidad: Mínima 120 m., si la litología lo aconsejara, a criterio del director de la obra, se seguiría a un máximo de 150 m.
- Diámetro: el que permita una entubación definitiva de 450 mm de diámetro como mínimo.
- Sistema: Percusión.
- Entubado auxiliar: Continuo y a partir del nivel piezométrico, de manera que no permita la caída de capas de materiales finos; el fondo de la tubería auxiliar no se separará más de 1m. del trepano.
- Entubación definitiva: Tubería de acero de 350 mm. de diámetro y 7 mm de espesor.
- Anular Grava silícea redondeada; granulometría a criterio del director de la obra
- Rejilla filtrante: Filtro de puentecillo de 350 mm de diámetro y 7 mm de espesor.
- Desarrollo: Desarrollo por pistoneo y adición de Polifosfatos.

Todas las obras deberán ser dirigidas por hidrogeólogo competente.

Granada, 13 Mayo de 1994

Fdo. JOSE LUIS GARCIA GARCIA



José Luis García García

Geólogo

Cuesta de Gómez, 2

18009 GRANADA

TELF. (958) 22 93 09

FAX.

nº total de paginas: 1

A la atención:

D. Jesús Martínez

Objeto:

PRESUPUESTO ESTIMATIVO PARA UN SONDEO EN PAULENCA.  
GUADIX. (GRANADA)

CANTIDAD	CONCEPTO	P.U.	PT
120 m.	Perforación a diametro no inferior a 500 mm. con tubería auxilia	12000	1444000
90 m.	Tubería ciega de 350 mm. de diametro y 7 mm. de espesor	7000	630000
30 m.	Tubería filtrante de puentecillo de 350 mm. de diametro y 7 mrr	11000	330000
36 Tm.	Grava silicea redondeada	16000	576000
	Manobras auxiliares		100000
48 h.	Aforo	700000	700000
	TOTAL		3780000