

MINISTERIO DE INDUSTRIA

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

I. G. M. E.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO DE REFORMA
Y DESARROLLO AGRARIO

I. R. Y. D. A.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO ALTO JUCAR - ALTO SEGURA

NOTA TECNICA Nº 62

ACIDIFICACIONES EN LOS SONDEOS DE LA HERRERA Y
BARRAX.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA COMARCA

CAZORLA - HELLIN - YECLA

I.G.M.E. - I.R.Y.D.A.

NOTA TECNICA N°62

ACIDIFICACIONES EN LOS SONDEOS DE LA HERRA Y BARRAX

I N D I C E

1. ACIDIFICACIONES EN LOS SONDEOS DE HERRERA Y BARRAX
 - 1.1. Instalación y Montaje
 - 1.2. Puesta en marcha
 - 1.3. Transcurso de la operación
 - 1.3.1. Sondeo de la Herrera
 - 1.3.2. Sondeo de Barrax

2. ACIDIFICACION PROPUESTA
 - 2.1. Observaciones
 - 2.2. Introducción
 - 2.3. 1^{er} Método: Introducción de ácido a presión sin bombeo de aire comprimido.
 - 2.4. 2º) Método: Introducción del ácido con presión y con bombeo de aire.
 - 2.5. Productos de adición
 - 2.6. Concentración.

FIGURAS.-

- Instalación
- Esquema del sondeo de La Herrera
- Esquema del sondeo de Barrax
- Instalación para la introducción de ácido con presión y aire comprimido.

1. ACIDIFICACIONES EN LOS SONDEOS DE HERRERA Y BARRAX

1.1. INSTALACION Y MONTAJE

Se pretendía echar ácido clorhídrico de concentración 19%, por gravedad, de tal modo que al reaccionar con la caliza se liberaría una cantidad de CO_2 tal que efectuara la presión necesaria para establecer fracturación hidráulica.

En la fig. 1 se representa un esquema de la instalación. El cabezal construido para la inyección del ácido abrocha herméticamente mediante unas bridas atornilladas con junta de goma y soldada al entubado del sondeo. De este cabezal salen dos tuberías de 2" y una de 3" 1/4. Esta última tiene una rosca macho en la extremidad que sale al exterior, y dos válvulas, -- una de cierre y otra de escape.

En la otra extremidad lleva un dispositivo a base de espárrago y junta de plástico que engarza con la tubería de polietileno de 4" que es la de inyección propiamente dicha. En el codo de la tubería existe un manómetro que nos indicará el retroceso del ácido y hará necesaria la operación de accionar sobre las válvulas de cierre y escape.

En cuanto a las tuberías restantes denominadas de escape y agua cumplen la misión de liberar gas en caso de que la presión en el sondeo llegue a ser peligrosa y de coadyuvar a -- que exista más columna de agua que obligue a no escapar el ácido.

El ácido hace el siguiente recorrido: cisterna-tubería de plástico-tubería de acero-tubería de polietileno-sondeo.

En caso que se produzca un efecto de burbujeo notable será acusado en el manómetro M2 lo que nos llevará a cerrar la válvula V1 con el fin de que no trascienda a la cisterna. La -- válvula V2 es la válvula de paso del ácido con objeto de que haya un margen de seguridad en el tiempo que leemos una sobre presión en M2 ($3\text{Kg}/\text{cm}^2$) la tubería de acero tiene una longitud

de 5 metros.

El manómetro M1 ($5\text{Kg}/\text{m}^2$) controla la presión en el -- sondeo una vez terminada la inyección de ácido. Es decir que el manómetro M1 mide la presión en la cámara del sondeo y el M2 la mide en la tubería de inyección.

La válvula V3 juega el papel de que se realicen con seguridad las posteriores inyecciones de ácido.

No se disponía de cuba adecuada para la inyección de agua, por lo cual ésta operación no se llevó a cabo..

1.2. PUESTA EN MARCHA

- Abrimos la válvula V2 y cerramos V1
- Abrimos V1
- Dejamos que el ácido debido a su mayor peso específico ($1'16$) alcance el final de la tubería (110 m.). El manómetro M2 indicará cuando es aconsejable por razones de seguridad expuestas anteriormente pararla inyección. La válvula de escape permanece abierta durante esta operación. La inyección de agua debía llevarse a cabo en este período.
- Cuando mediante el manómetro M2 y la válvula V3 se ponga de manifiesto la disminución de presión comenzaremos la segunda inyección de ácido.

1.3. TRANSCURSO DE LA OPERACION

1.3.1. Sondeo de La Herrera

El día 30.3.73 se llevó a cabo la inyección de 1.1050 Kg. de ácido al 19-20% suministrados por la S.A. Cros. Esta se efectuó del siguiente modo:

1°) Inyección (8^h 26' - 8^h 35')

2.410 Kg. de ácido

A las 9^h 5' empieza a reaccionar aunque no lo acusa el manómetro de codo, se observa la presión mediante la válvula V3 y la válvula de escape. El manómetro M2 se mantiene a 0,8 Kg/cm².

2°) Inyección (9^h 20' - 9^h 35')

4.140 Kg. de ácido

Al empezar a añadir el ácido se observan pérdidas en los empalmes tubería de plástico-tubería de acero, el manómetro M2 se mantiene, y le "cuesta" al ácido vencer la columna, debido a la presión existente anteriormente. Dichas pérdidas dejan de existir cuando el manómetro desciende a 0,4 Kg/cm². Después de esta inyección, no se observa ninguna reacción.

3°) Inyección (10^h 20' - 10^h 36')

4.500 Kg. de ácido

Iguales observaciones que en 2°) inyección.

Se observan durante 3 horas la alteración de los manómetros. Se deja todo cerrado hasta el día 21, no observándose ninguna variación, procediéndose a desmontar la instalación.

NOTAS.- El caudal de inyección es 4,7 l/s. Mientras se echa el ácido la válvula de escape permanece abierta. Se adjunta esquema del sondeo en cuestión con sus características etc.

Se hará una prueba de bombeo que contraste los resultados obtenidos anteriormente.

1.3.2. Sondeo de Barrax

El día 5.4.73 se llevó a cabo la inyección de - 10.920 Kg. de ClH al 19-20% provenientes de la S.A. Cros. La inyección se efectuó del siguiente modo.

1°) Inyección (8h 53' - 9h 02')

2.500 Kg. de ácido

Durante los diez minutos siguientes a la inyección - se observa la salida de gases por los alrededores del - sondeo. Los manómetros no ponen de manifiesto la evidente presión que se ejerce en el mismo, por lo que la apreciación de toda variación de presión en el sondeo se hace subjetivamente.

En los minutos siguientes deja de hacer efecto apreciable (ruido transmitido a las tuberías)

2°) Inyección (9h 10' - 9h 28')

2.960 Kg.

El efecto es menor que en la 1°) inyección y a las 9h 40' deja de haber presión en las tuberías.

3°) Inyección (10h 5' - 10h 29')

5.460 Kg.

A las 10h 40' deja de notarse la reacción en las tuberías.

2.- ACIDIFICACION PROPUESTA

2.1.-OBSERVACIONES

Ante todo perseguimos una fracturación del terreno mediante la creación de elevadas presiones en el sondeo.

En el ámbito que se desarrollan los sondeos en este Estudio, en términos generales los acuíferos están comprendidos entre los 10 y 80 metros, por lo que necesitamos para proceder a la iniciación de la fractura establecer presiones del orden de 30 a 50 kg/cm².

Y son necesarias estas presiones; pues de lo contrario tendríamos simplemente una disolución que influirá muy poco en el aumento de permeabilidad en una roca carbonatada de porosidad integranular y algo más en el caso que el material está fracturado, pero nunca se podrán alcanzar los resultados derivados de una fracturación hidráulica.

2.2.- INTRODUCCION

Debido a las precarias condiciones técnicas existentes en las acidificaciones anteriormente descritas, creemos oportuno señalar una serie de operaciones a realizar en cuanto a materiales y equipo a instalar, que sean pauta para sucesivas acidificaciones.

A continuación argumentaremos dos esquemas de introducción de ácido a presión. El primero de ellos sería esencialmente igual al descrito pero subsanando las deficiencias observadas. El segundo, base para una acidificación de bombeo con aire, creemos el más adecuado y entraremos algo más en detalles

2.3.- PRIMER METODO: INTRODUCCION DE ACIDO A PRESION SIN BOMBEO CON AIRE COMPRIMIDO.

Como ya hemos dicho podríamos considerar las acidificacio

nes descritas como suficientes introduciendo las siguientes modificaciones.

- a) Se ha de disponer de una bomba para establecer la limpieza del sondeo.
- b) Asimismo, se ha de disponer de una instalación necesaria para mezclar el ácido con el inhibidor y retardador necesarios.

El ácido debe ser colocado en el sondeo mediante bombas especiales de acidificación. La velocidad de inyección del ácido tiene una importante notoria en los resultados obtenidos. Debemos disponer de una bomba capaz de suministrar unos caudales de 200 a 400 litros/minuto y alcanzar presiones de hasta 80 Kg/cm². Como orientación diremos que una bomba de tipo Halliburton puede desarrollar presión de 25 atm. con caudal de 50 m³/h y llegar hasta las 700 atm. con caudales muy pequeños.

- c) Se ha de disponer en la inyección de dos entradas, una para ácido y otra para agua con objeto de empujar el ácido de la tubería una vez acabada la inyección de ácido y ensayar la introducción con agua para comprobación de todas las instalaciones.

Con independencia de esta entrada de agua existirá otra para que una vez llevada a cabo la inyección del ácido podamos introducir desde arriba un volumen de agua igual a todo el volumen del hueco del pozo.

- d) Se deberá disponer de manómetros que garanticen su funcionamiento en ambiente corrosivo, es decir de membrana.
- e) Empleo de inhibidores y retardadores

Aparte de estas consideraciones inherentes al "modus operandi" debemos reflexionar en la construcción en sí del pozo. Parece ser que una cementación de uno o dos metros por debajo del nivel del suelo son insuficientes. Lo ideal sería tener una cementación al llegar al nivel piezométrico, ahora -

bien dado el costo que supone esta operación, en la práctica esto se solventa cementando una profundidad de 10 o 12 metros; para lo cual habría que perforar estos metros a un diámetro de unos 800 m/m con el fin de tener una amplitud que garantice la operación de la cementación e incluso el hormigonado de estos metros.

2.4.- SEGUNDO METODO: INTRODUCCION DEL ACIDO CON PRESION Y CON BOMBEO DE AIRE.

La instalación es análoga a la de la fig. Del cabezal parten 2 tuberías una para inyección de agua y otra la de ácido. La primera (A) nos servirá para introducir el agua y producir el escape cuando sea necesario. La segunda (B) será de un diámetro de 4" a 6" (100-150 m/m) que podrá ser de polietileno o bien un tubo negro por donde entrará el ácido o el agua de empuje. Dentro de este tubo va una tubería (C) de chapa negra en tramos macho-hembra y de 1 1/2"Ø 2" (38-50m/m) por lo cual introduciremos el aire comprimido. Este conjunto de tuberías bajará hasta la base de la rejilla y dado que trabajaremos con un compresor normal de 7 Kg/m² se deberá cumplir

0'3	<u>Profundidad del nivel piezométrico</u>	0'7
	Longitud del tubo sumergido	

El lado de salida del agua (D) será equipado con cierre irreversible y válvula. El tubo de aire saldrá del tubo de introducción de ácido y al que será conectado herméticamente y en su parte superior se fijará una válvula (C) El extremo de (A) será tapado herméticamente y estará equipado con una válvula rápida. El manómetro de membrana se instalará en el extremo de la tapa (M).

El orden de operaciones es como sigue:

- 1) Instalación
- 2) Preparación de un depósito adecuado para mezclar el ácido con el inhibidor y el retardador
- 3) Preparación del volumen de agua hará empujar el ácido
- 4) Ensayo de introducción de agua con bombeo para comprobar todas las instalaciones.
- 5) Orden de introducción.
 - 5.1.) Introducción del ácido a través de la válvula (B) - con la válvula (A) abierta, hasta que la cantidad - introducida del ácido llene el volumen del tramo - del tubo con rejilla.
 - 5.2.) Cerrar la válvula (A) y seguir introduciendo el ácido (B) la presión subirá y se continuará introduciendo todo el ácido (B).
 - 5.3.) Después de inyectar todo el ácido hay que recargar a través de (B) agua para empujar todo el volumen - del ácido más 1/2 del volumen del tramo del tubo - con rejilla.
 - 5.4.) Se cierra la válvula B y se introduce agua para empujar todo el volumen de orificio del pozo a través de la válvula A.
 - 5.5.) Esperar hasta el descenso parcial de la presión en el manómetro y comenzar a introducir aire a través de la válvula (C) hasta que el manómetro indique - presión de aire igual al descenso del nivel de agua hasta el extremo superior del tramo de la rejilla.
 - 5.6.) Abrimos la válvula A y la (D) y seguimos introduciendo aire a través de C midiendo el caudal a través de D

5.7.) Repetimos las operaciones 5.5. y 5.6 varias veces.

5.8.) Llevaremos a cabo la acidificación adicional con -
doble volumen de ácido si se considera conveniente

2.5 PRODUCTO DE ADICION

Agentes de Precipitación ; Acido láctico o acético (1%)

Inhibidor : GALVENE, producto de IPC de Gran Bretaña
o uno de características similares del -
mercado nacional. Hay que añadir este pro-
ducto poco antes de la introducción del -
ácido en el pozo debido a que tiene una vi
da muy corta (1%)

Retardador: Cloruro cálcico Cl_2Ca . (1%)

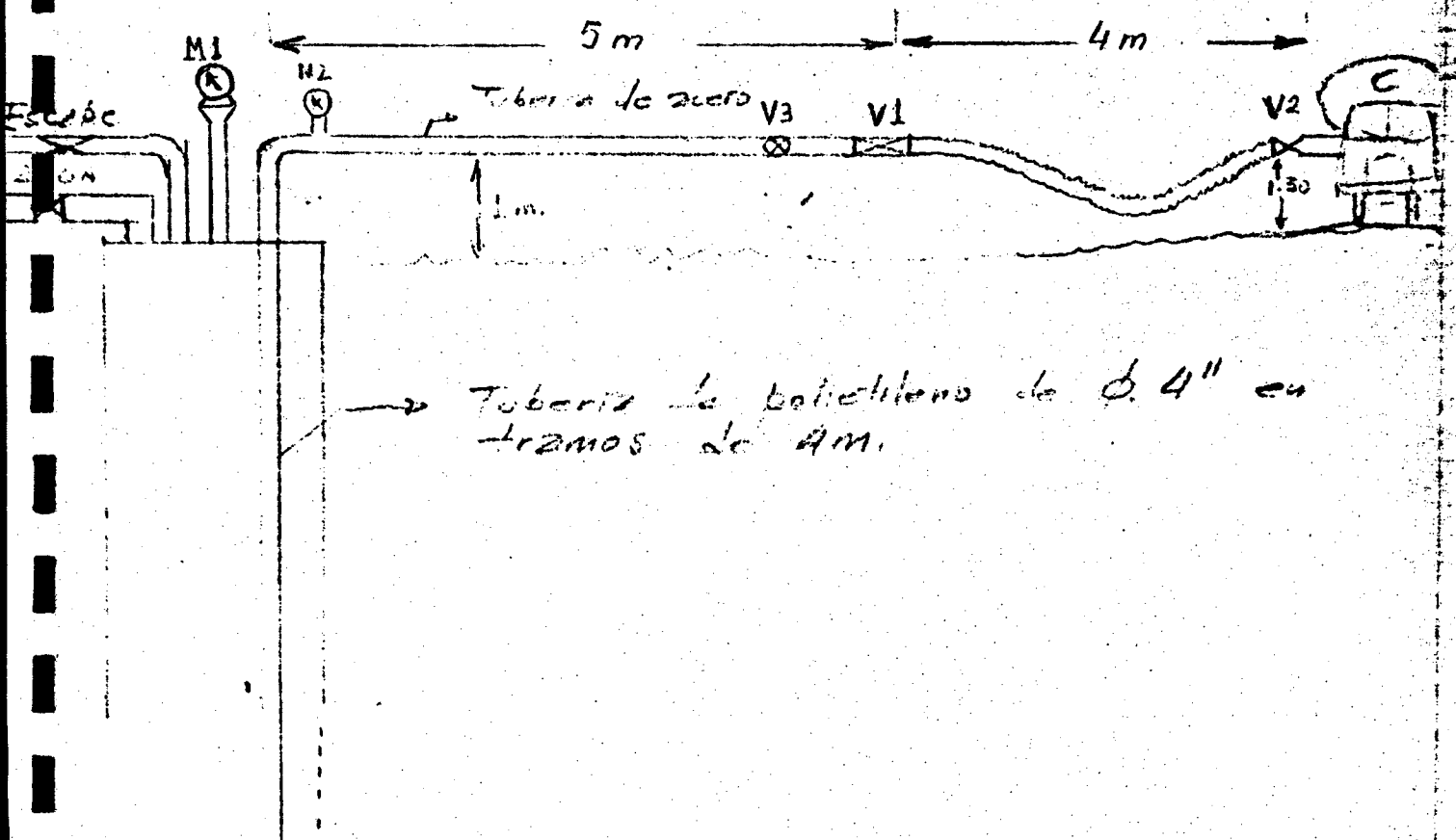
2.6. CONCENTRACION

El aumento de la concentración del ácido en la so-
lución de ClH causa aumento de volumen de la roca atacada.
Los productos disueltos Cl_2Ca y Cl_2Mg son viscosos. Si a -
esto añadimos las arenas y arcillas que se encuentran en -
ciertas cantidades en las calizas, junto con el "ácido usa-
do" tenemos una mezcla viscosa (más viscosa cuanto mayor -
sea la concentración de ClH) que impide el flujo fácil -
hacia las fracturas y su lavado hacia afuera de modo que -
disminuye la transmisividad. Por esta razón no se recomien-
da aumentar la concentración de ClH a más de 15%, para lo
cual mezclaremos por cada 450 Kg de ácido comercial (32%)-
550 Kg de agua.

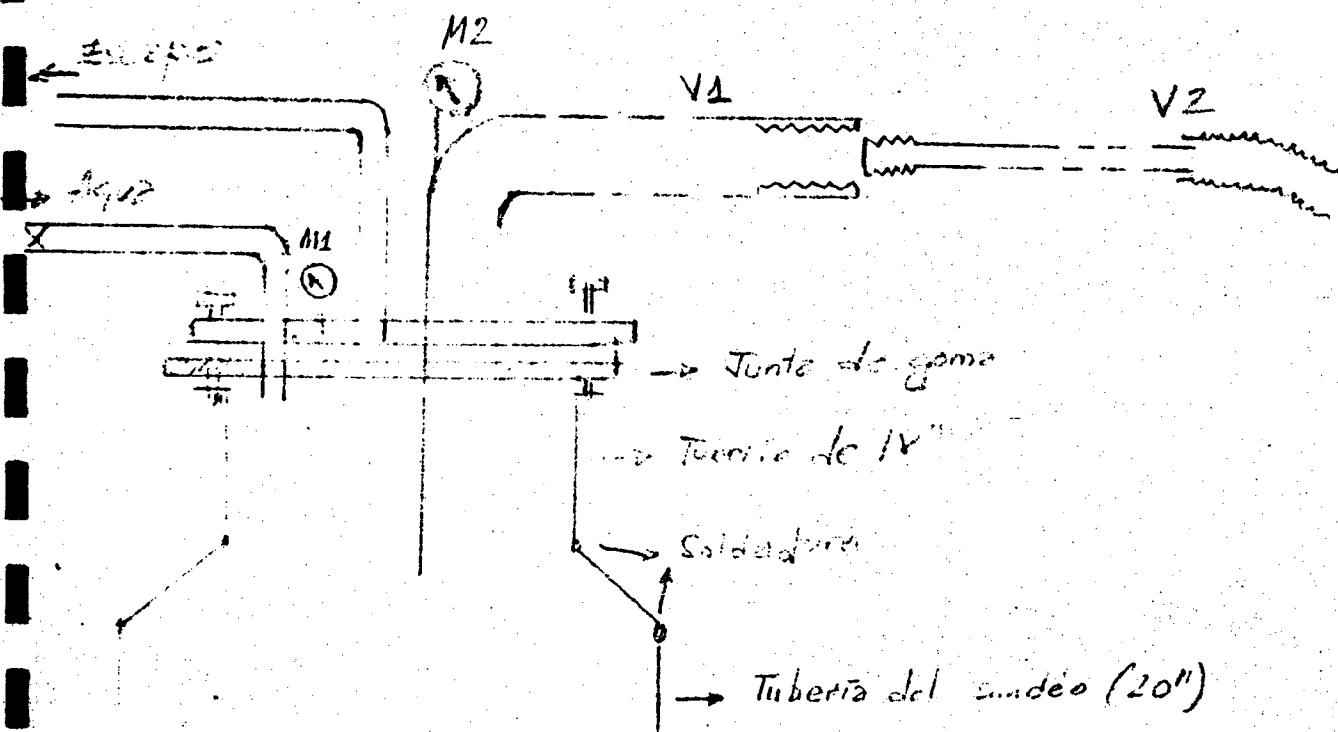
El orden de mezcla será : Agua, Acido y productos
de adición.

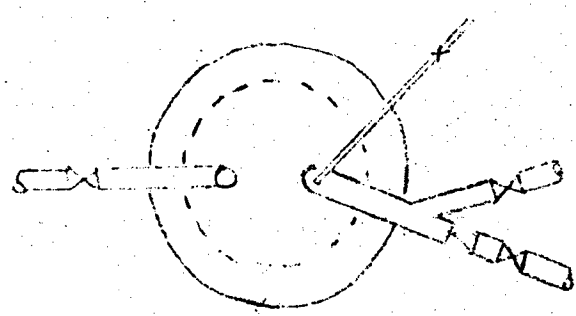
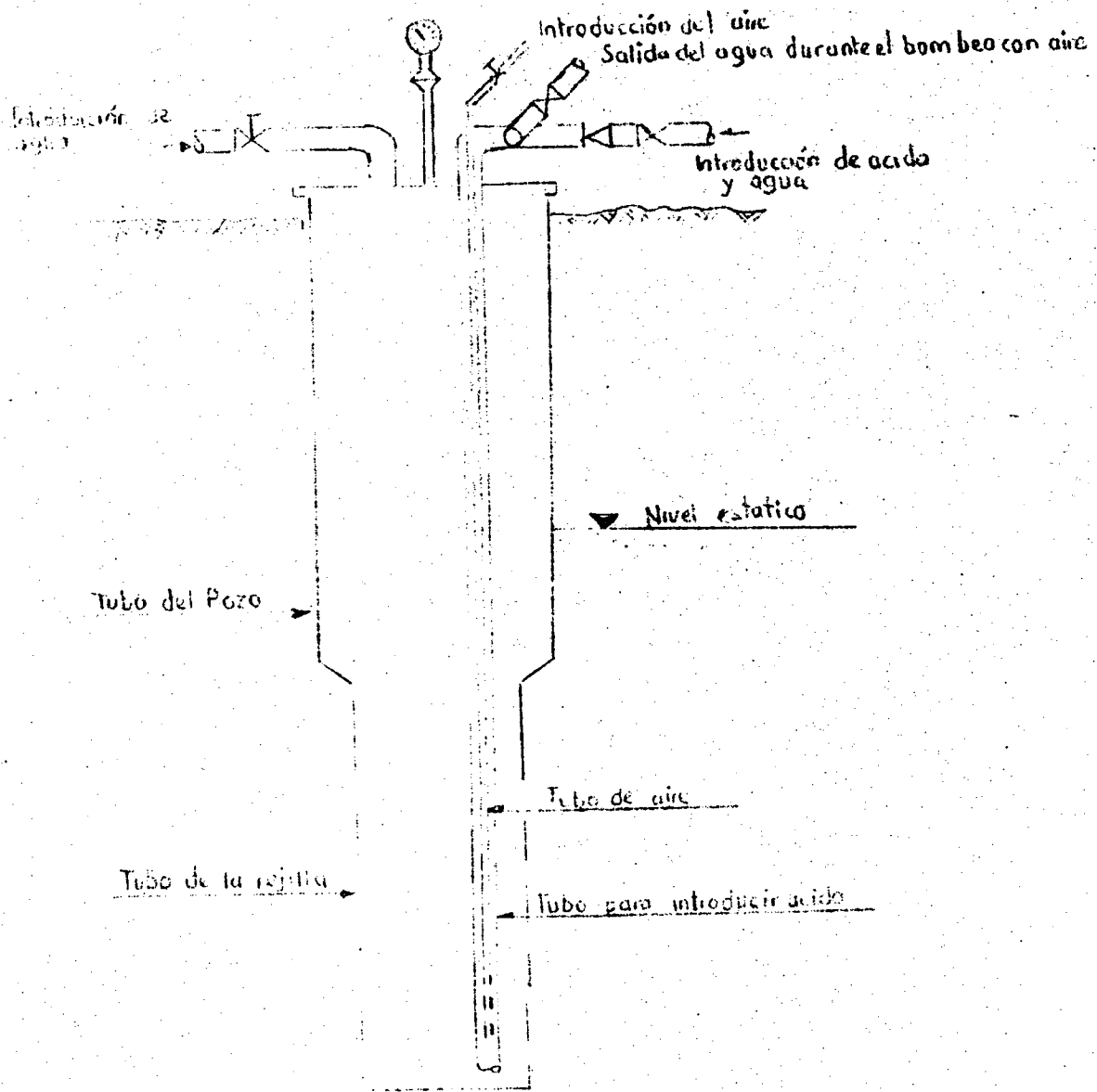
Nota.- El equipo de bombeo será de las características in-
dicadas en la acidificación con presión sin bombeo
de aire. (2.3.b)

SONDEOS DE LA HERRERA Y BARRAX
INSTALACION PARA ACIDIFICACION



DETALLE DEL CIERRE SONDEO - TUBERÍA



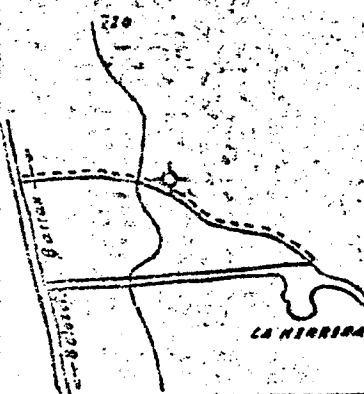


VISTA EN PLANTA

INTRODUCCION DE ACIDO CON PRESION, Y CON INSTALACION DE BOMBEO CON AIRE

32568001

SONDEO N° 790/356 "LA HERRERA"

DESCRIPCION LITOLOGICA	LITOLOGIA	PROF (m)	TUBERIA	OBSERVACIONES	DATOS:																				
1-3 Conglomerado				<p><u>OBJETIVOS</u> Ver espesor y compartimiento hidraulico de la formacion Colletas.</p> <p><u>RESULTADOS</u> Existen posibilidades de explotacion de la F. Colletas en aquella zona. Es conveniente acidificar el sondeo.</p> <p><u>PERFORACION</u> Perforada de 0-93 m. con trepante de 559 m.m. De 93-124 m. con trepante de 469 m.m.</p>	<p>Coordenadas: X = 1° 32' 50" 734.008 Y = 38° 52' 15" 487.100 Z = 719.74</p> <p>Hoja. - 790 Termino. - LA HERRERA Paraje. - C° CASA DE CANO</p> <p><u>SITUACION DEL SONDEO</u> FOTOGRAFAS 2870-2871-R-28</p> 																				
3-74 Caliza oolitica Calizas dolomitizadas y dolomias grano fino de tonos grises y rojos		59	H.P. 29.46 Ø 492 m.m.	<p><u>TUBERIA</u> Ø de la tuberia 492-503 m.m. De 0-75 m. tuberia ciega 75-115 m. tuberia rajada 115-117 m. tuberia ciega Hasta el m. 74 el acuitero se manifestò con poca caudal. A los 70 m. se hizo un valvulo que diò los siguientes resultados: 7000 litros en 25 minutos. Descenso de 17 metros. A continuacion se sacaron 5.250 litros en 20 minutos y deprimiò 8.63 metros más, de manera que el nivel descendió de 29.46 a 55.05 m. No se consiguiò sacar muestra del metro 74 al 117. Se hizo un valvulo cuando se perforaba el metro 94 y no diò deprimiòn.</p> <p><u>DIAGRAFIAS</u> Resistividad: P.S. Rayos gamma y calibre de 0 al metro 90</p> <p><u>NIVEL PIEZOMETRICO</u> Profundidad: 29.46 m. Cota absoluta: 690.23 m.</p>	<p><u>PRUEBA DE BOMBEO</u> Bomba. - IVDA Tipo. - SUMERGIDA Profundidad. -</p> <p><u>SONDEO</u></p> <table border="1" data-bbox="1042 1299 1403 1452"> <tr> <td>Caudal</td> <td>159 l/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tiempo</td> <td>44 h.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Descenso</td> <td>15 m.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recuperacion</td> <td>132 h.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><u>PIEZOMETROS</u></p> <table border="1" data-bbox="1042 1506 1403 1583"> <tr> <td>Distancia</td> <td>Descenso</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><u>ANALISIS QUIMICO</u> Dureza Conductividad Cloruros Alcalinidad</p>	Caudal	159 l/s			Tiempo	44 h.			Descenso	15 m.			Recuperacion	132 h.			Distancia	Descenso		
Caudal	159 l/s																								
Tiempo	44 h.																								
Descenso	15 m.																								
Recuperacion	132 h.																								
Distancia	Descenso																								
4-117 Sin muestra (caliza) Existen trozos de la Formacion Madroña		150			<p><u>PERFORACION</u> Método. - PERCUSION Sonda. - WALKER NFER 533 Empesa. - 24-5-72 Terminó. - 14-7-72 Ejecucion. - IRYDA N° de jornadas. - 72 Profundidad. - 124</p>																				
17-124 Arcilla blanca, dolomia arcillosa y caliza		124	124																						

CUYO

SONDEO Nº 765/31 "BARRAX"

EDAD	FORMA C.	DESCRIPCION LITOLOGICA	LITOLOGIA	PROF. (m)	TUBERIA	OBSERVACIONES	DATOS												
PONTIENSE		0-19 Caliza color blanco con alguna pasada margosa. Algas				<p><u>OBJETIVOS</u> Investigación del nivel piezométrico F. Coleras y estudio de sus características hidráulicas y posibilidad de su explotación</p> <p>Ø. <u>RESULTADOS</u> 492-508 m.m. Seria conveniente acidificar el sondeo y hacer un bombeo de ensayo</p> <p><u>PERFORACION</u> De 0-18 m. con trepapo de 550 m.m. Ø</p> <p><u>ENTUBACION</u> De 0-50 m. tubería ciega de 492/508 m.m. Ø De 50-74 m. tubería ranurada de 492/508 m.m. Ø N. P. De 74-103 m. tubería ranurada de 441/457 m.m. Ø</p> <p><u>VALVULEO</u> A los 54 m. se hace un valvuleo, agotándose con 9 válvulas. A los 94 m. se realiza otra prueba consistente en la extracción de 3 sondas de 20 válvulas. 1º Tanda 9000 litros en 120 sg. Δ = 4.75 m. 2º Tanda 9000 litros en 180 sg. Δ = 0.75 m. 3º Tanda 9000 litros en 180 seg. Δ = estabilizado</p> <p><u>NIVEL PIEZOMETRICO</u> Profundidad: 44.13 m. Cota absoluta: 661.09 m.</p>	<p>Coordenadas X = 733,100; X-1° 32' 22" Y = 497700; Y-39° 04' 3" Z = 705.22 m.</p> <p>Hoja.- 765 Término.- BARRAX Paraje.- BLANCARES VIEJOS</p>												
			19-100 Calizas micríticas color berge crema. Se observa demilitización en algunos tramos		50			<p><u>SITUACION DEL SONDEO</u></p> <p><u>FOTOGRAMAS: 29919-29920-R2.</u></p> <p><u>PRUEBA DE BOMBEO</u> Bomba.- Tipo.- Profundidad.-</p> <p><u>SONDEO</u></p> <table border="1"> <tr><td>Caudal</td><td></td></tr> <tr><td>Tiempo</td><td></td></tr> <tr><td>Descenso</td><td></td></tr> <tr><td>Recuperación</td><td></td></tr> </table> <p><u>PIEZOMETROS</u></p> <table border="1"> <tr><td>Distancia</td><td>Descenso</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> <p><u>ANALISIS QUIMICO</u> Dureza Conductividad Cloruros Alcalinidad</p>	Caudal		Tiempo		Descenso		Recuperación		Distancia	Descenso	
Caudal																			
Tiempo																			
Descenso																			
Recuperación																			
Distancia	Descenso																		
LIAS SUPERIOR	LIAS COLERAS																		
			102-118 Margas verdes		118	Ø 441-457 m.m.		<p><u>PERFORACION</u> Método.- PERCUSION Sonda.- WALKER NEER-S 33 Empezó.- 15-7-72 Terminó.- 1-12-72 Ejecución.- IRYDA Nº de jornadas.- 55 Profundidad.- 118 m. Propietario finca.- J. M. FERNANDEZ CUENCA</p>											
LIAS MEDIO	MADRONÓ			118															