

Explotación de un acuífero

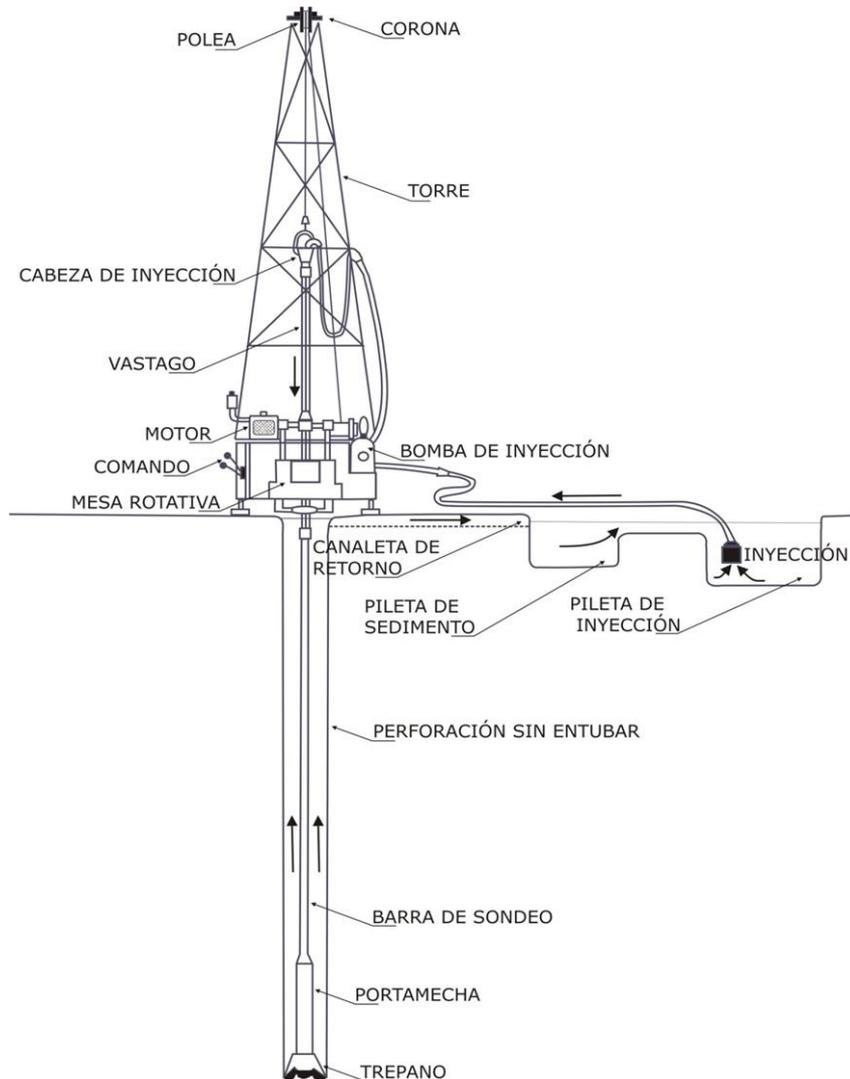
Aguas subterráneas

UNIDAD 6

- A. Métodos de perforación: sistemas utilizados. Pozos productores. Equipos. Herramientas utilizadas, trépanos, ensanchadores, rectificadores.
- B. Entubación de la perforación. Materiales. Cañerías utilizadas. Filtros utilizados, sus características y tipos. Maniobras de entubación y engravado de filtros.
- C. Terminación de Pozos: Limpieza del pozo. Método de Desarrollo de pozos. Test Pozo.
- D. Aislamiento de acuíferos por cementación, fundamentos para su realización. La comunicación entre acuíferos, distintas causas: sobreexplotación, fallas en las cementaciones, roturas en las cañerías de aislamiento. Técnicas utilizadas para cementación. Herramienta de cementación, válvulas. Operaciones y maniobras de campo.

Perforación de pozos para extracción de aguas subterráneas

Maniobras



- Perforación exploratoria
- Perfilaje eléctrico
- Ensanche
- Entubación
- Cementación
- Engravado
- Limpieza y Desarrollo

Entubación

Procedimiento por el cual se introduce en el pozo perforado una columna de tubos o **caños** (**acero** o PVC) unidos entre sí (por **soldadura eléctrica** o rosca), con la finalidad de permitir el ingreso del agua desde el/los acuífero/s a explotar al interior de la cañería, a través de una zona de admisión (filtros).

La columna de entubación puede ser toda de **un solo diámetro** o de **más de un diámetro**; en este caso decrecientes de superficie a fondo (telescópica).

Entubación



Entubación



Entubación



Entubación



Entubación

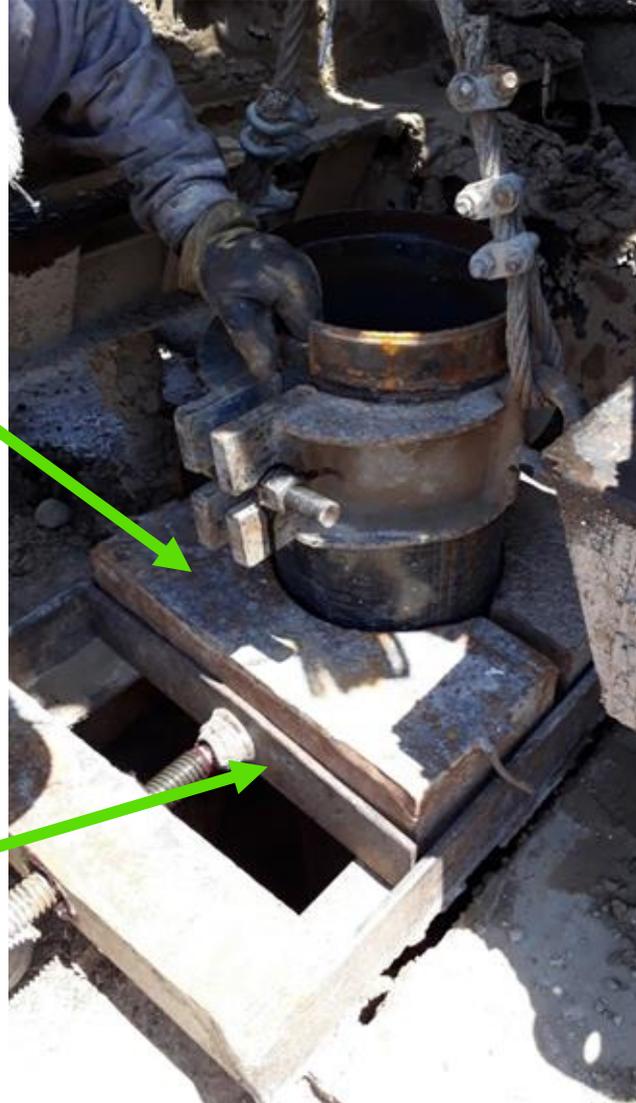
Cepo



Mordazas



Bastidor



Entubación



Cementación

(tapón y ventana)

Terminada la maniobra de entubación, se **bajan barras** (sin TR ni PM) justo por encima de la válvula de cementación y se arma el **cabezal de inyección** en boca de pozo.

Se deja el pozo “**circulando**”; se circula inyección para asegurar que el espacio anular sobre la válvula este abierto.

Una vez comenzada la cementación, la **maniobra** debe ser **continua** (una sola maniobra), inyectando la lechada de cemento a presión desde abajo hacia arriba, con la bomba de lodo del equipo.

Cementación

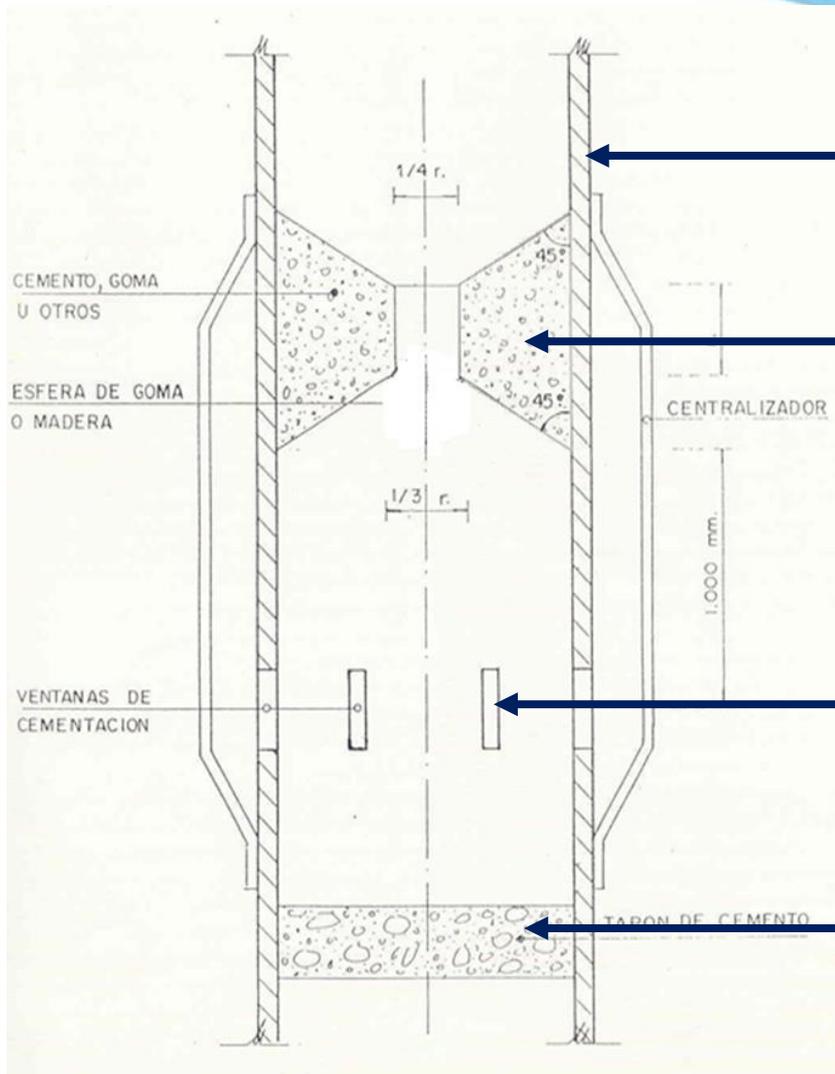
Inyectado el volumen de lechada calculado, se circula con inyección para que el cemento quede en el espacio anular. El desplazamiento termina cuando sale cemento por el espacio anular en superficie.

Se comprueba el cierre de la válvula.

Se retira el sondeo.

Se deja el pozo “en fragüe”, sin maniobras, durante un tiempo mínimo de 72 hs.

Válvula de cementación



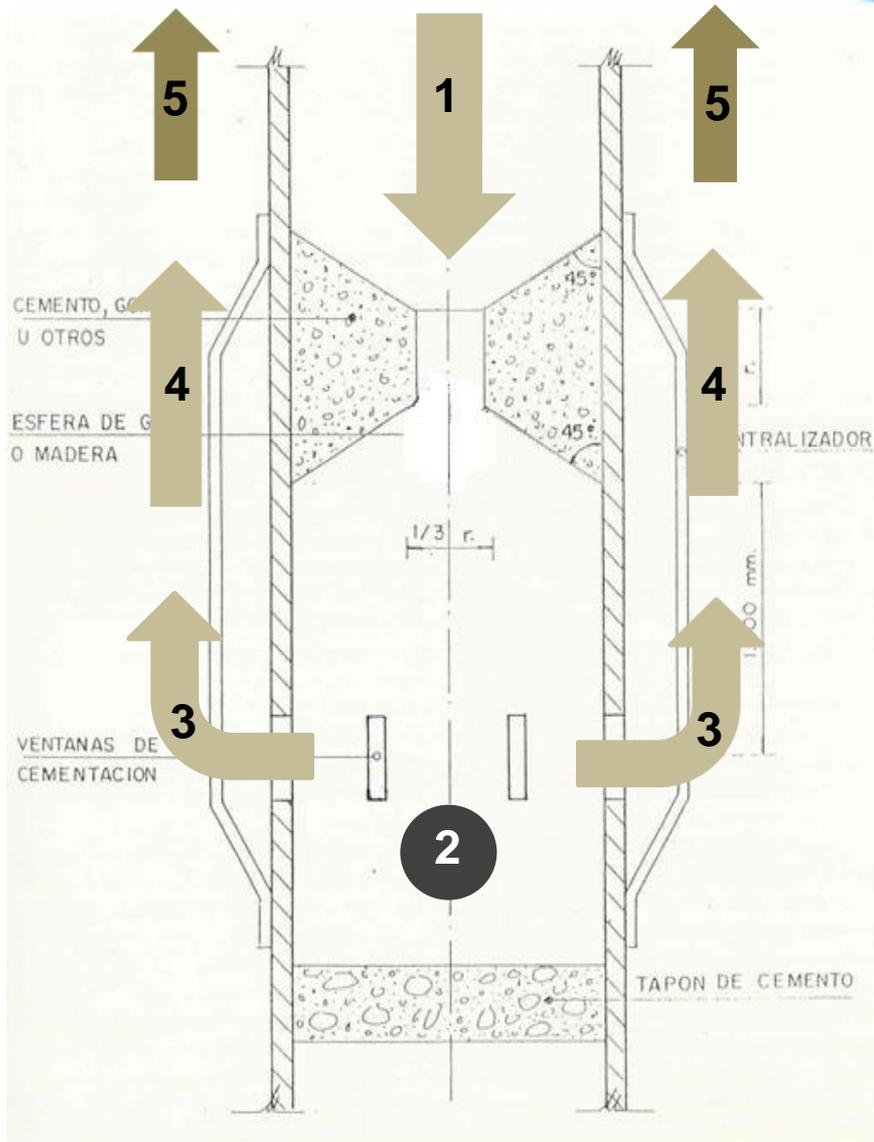
Caño de acero

Garganta de cemento

Ventanas

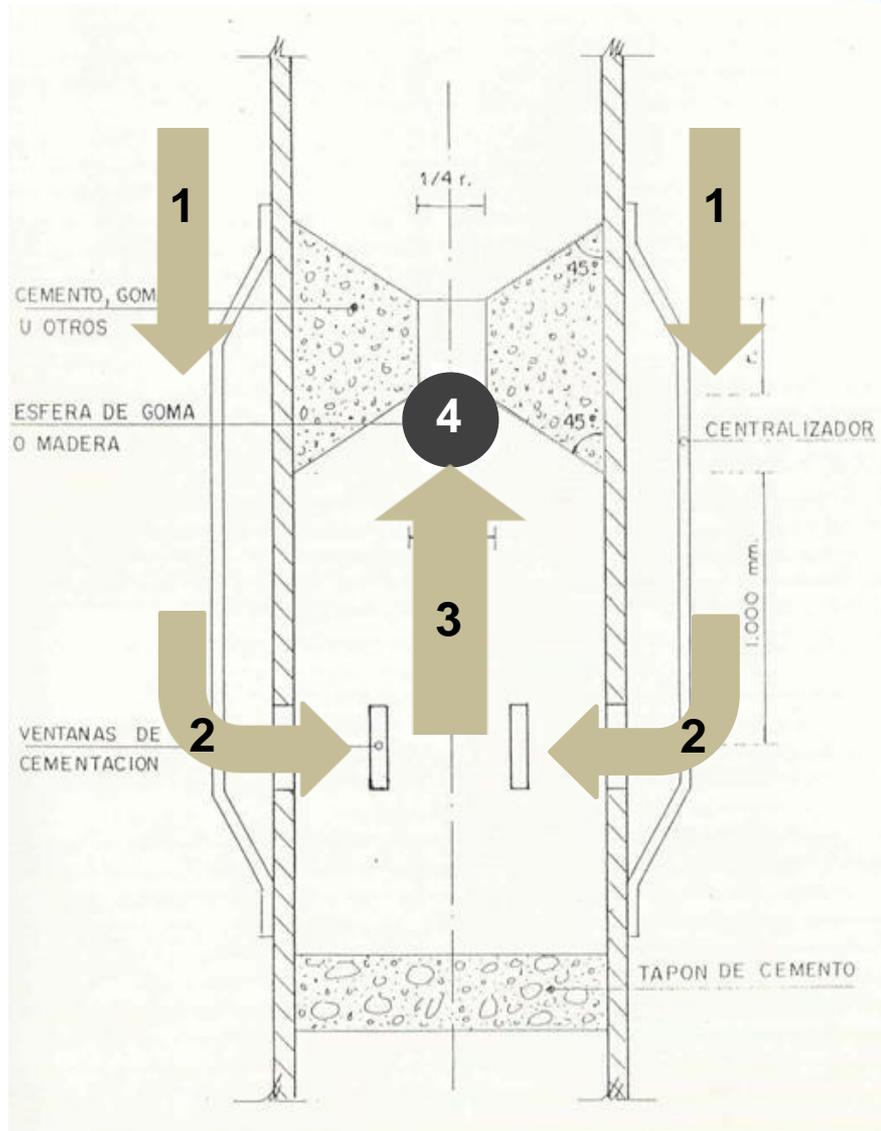
Tapón de cemento

Válvula de cementación



- 1.- Ingreso de cemento
- 2.- Apertura de válvula esférica
- 3.- Salida de cemento
- 4.- Circulación de cemento
- 5.- Desplazamiento de lodo

Válvula de cementación



- 1.- Retroceso de cemento
- 2.- Ingreso de cemento
- 3.- Desplazamiento de cemento
- 4.- Cierre de válvula esférica

Válvula de cementación – Tapón / Ventanas



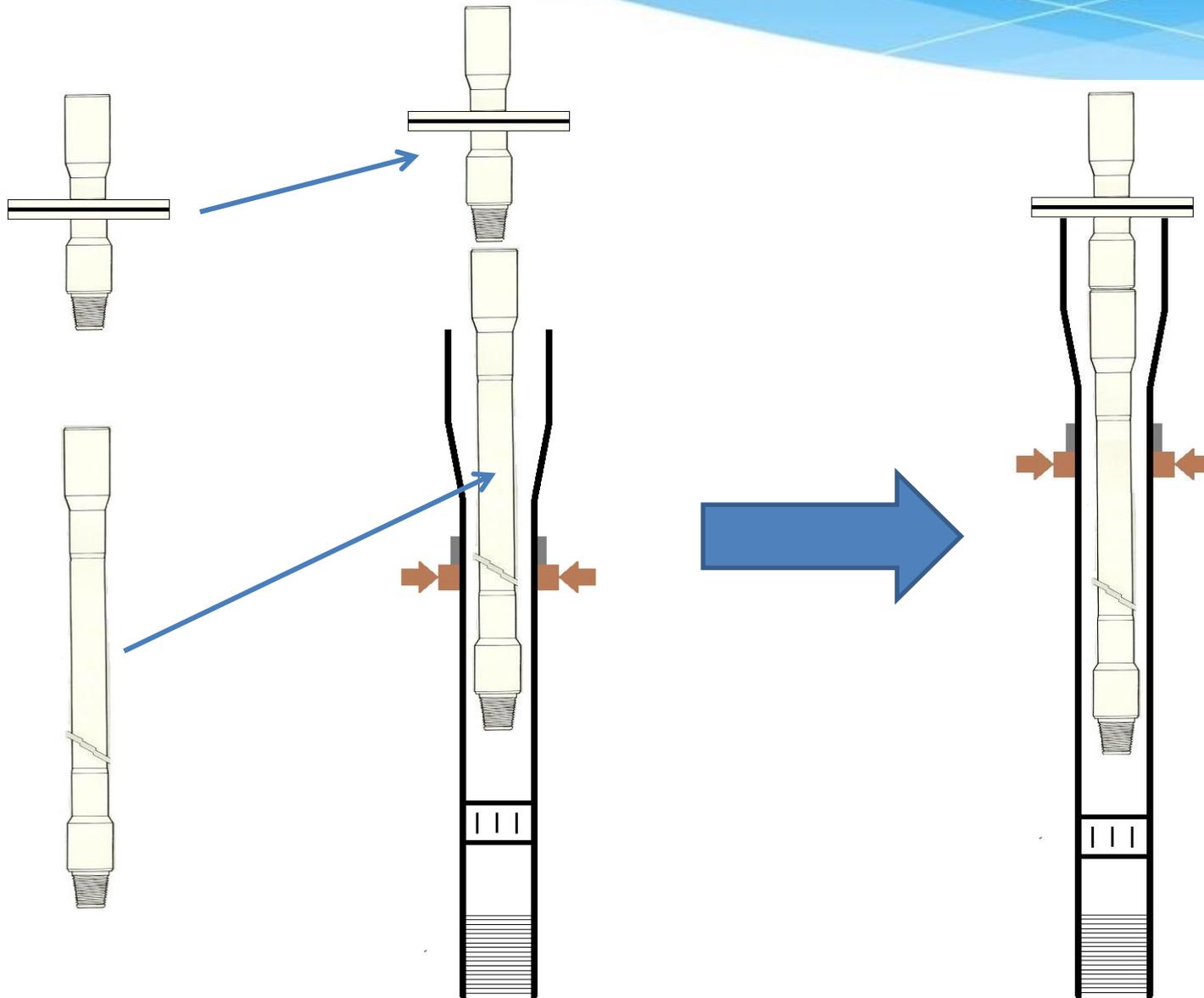
Válvula de cementación – Garganta (asiento)



Cabezal de cementación



Cabezal de cementación



Cementación



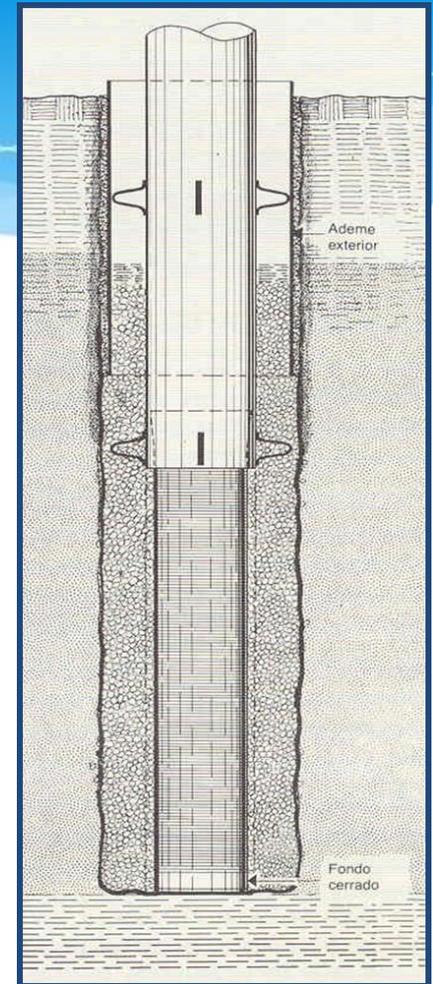
Engravado

No se intercala la válvula de cementación en la columna de entubación. Se deben colocar **centralizadores** en la cañería.

Terminada la maniobra de entubación, se bajan barras (sin TR ni PM) hasta la profundidad de los filtros y se circula, de **abajo hacia arriba**, con **agua limpia** para desplazar el lodo del espacio anular.

Una vez limpio el espacio anular se continúa bombeando agua a la vez que se deja caer paulatinamente por el espacio anular, desde superficie, la grava seleccionada.

Se debe bombear a un **régimen** tal que posibilite que la grava descienda en contracorriente y no sea ni arrastrada hacia arriba por la corriente de agua ni que caiga tan rápido que se puedan formar “tapones o puentes” de grava que eviten que ésta se distribuya uniformemente frente a los tramos de filtros.



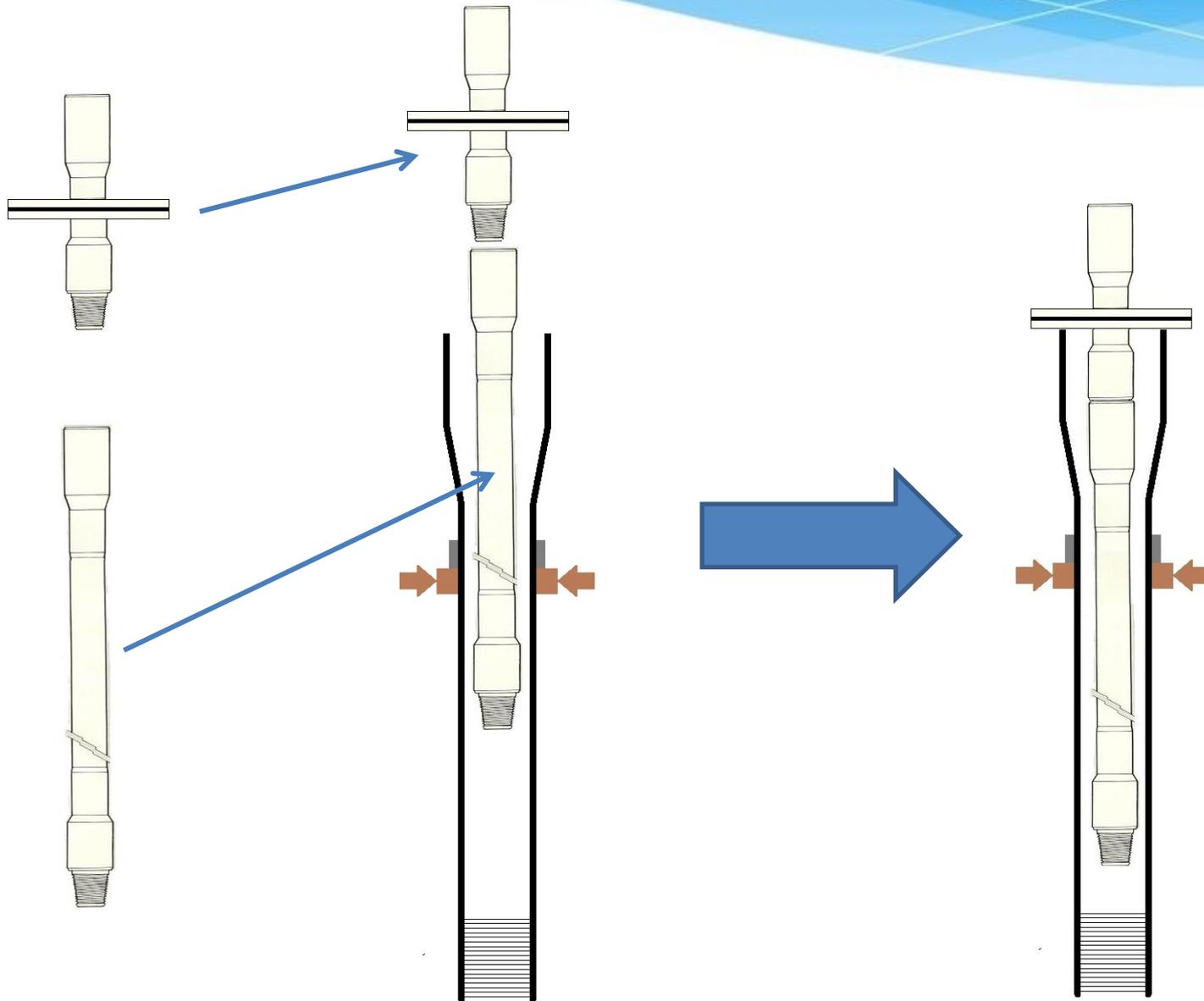
Engravado



Engravado



Cabezal de engravado

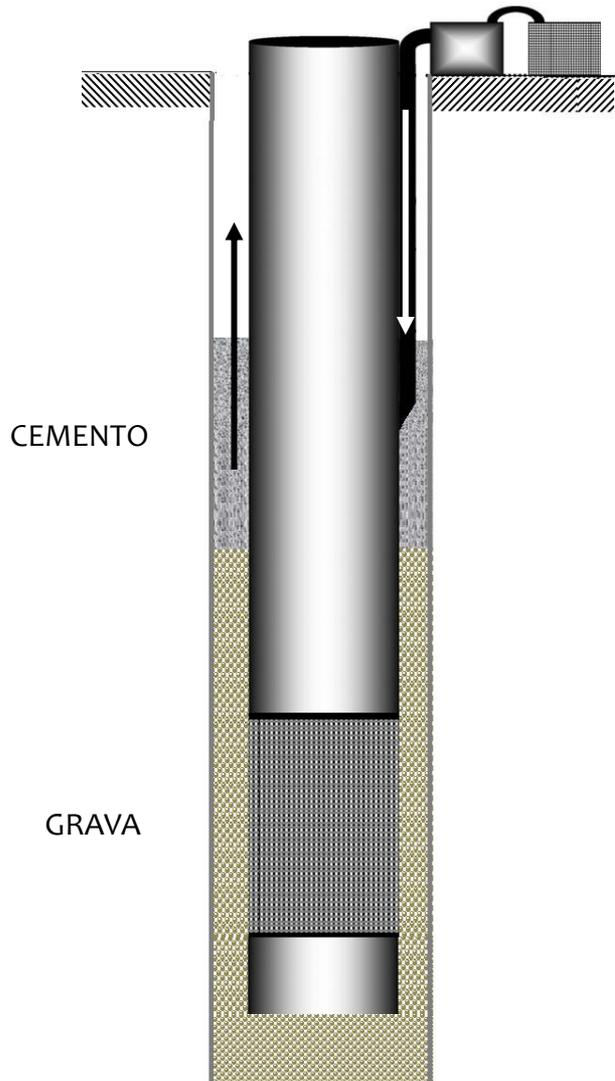


Engravado



Cementación + Engravado

Método de cañería perdida



Limpieza y Desarrollo

Limpieza

Consiste en extraer los materiales ingresados a la **PERFORACIÓN** durante su ejecución.

- Finos incorporados a la inyección al atravesar capas limosas y/o arcillosas
- Finos agregados artificialmente (bentonita)

Los **tamaños finos** pueden eliminarse:

- Circulación con agua limpia

Limpieza y Desarrollo

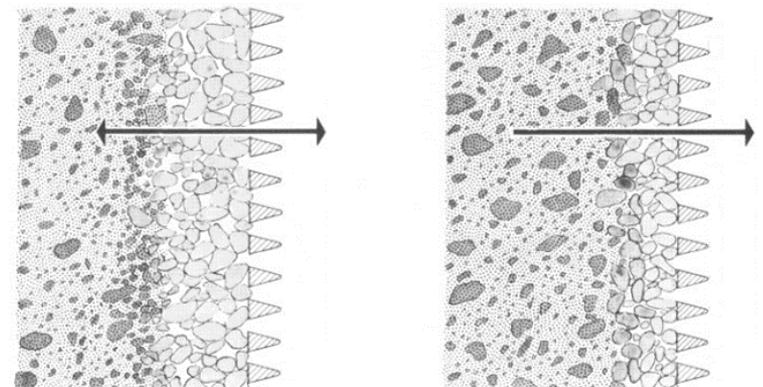
Desarrollo

Consiste en eliminar los materiales finos (limo y arcilla) del **ACUÍFERO**, logrando la apertura de los canales de la formación para el ingreso libre del agua

Generar un **flujo de direcciones contrarias**:

- Hacia fuera del filtro para facilitar la movilización de las partículas
- Hacia adentro del filtro para que sean arrastradas al interior del pozo y puedan ser extraídas

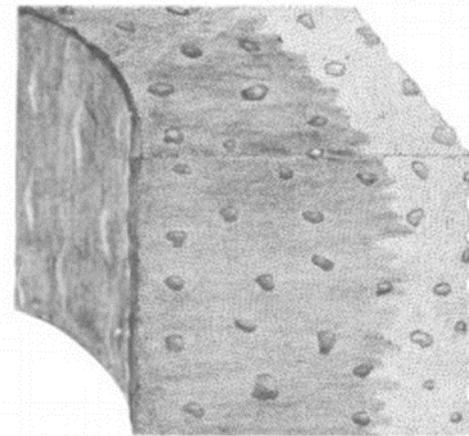
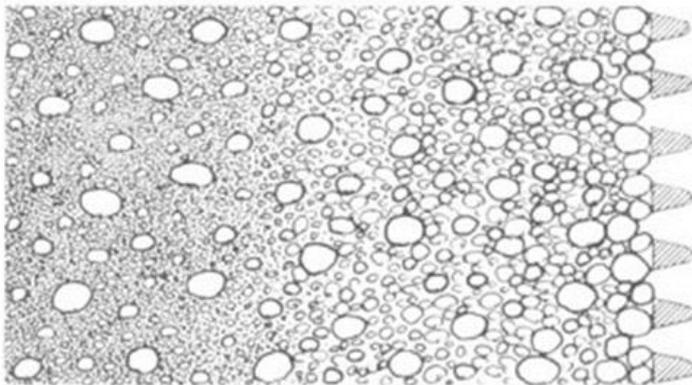
Realizar un **correcto desarrollo** es **fundamental** para lograr el **máximo rendimiento** de la perforación, favoreciendo su vida útil



Limpieza y Desarrollo

VENTAJAS

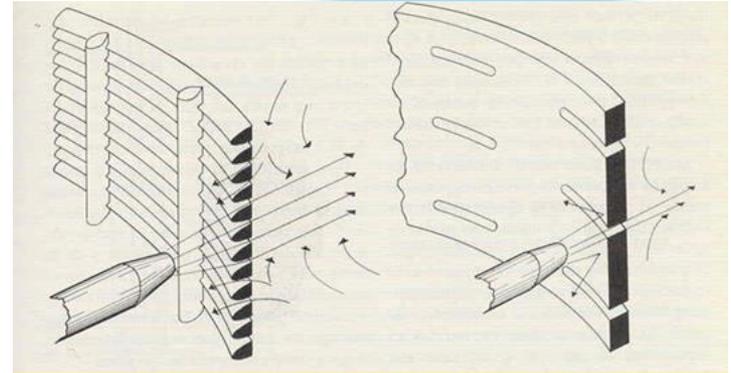
1. Aumenta porosidad y permeabilidad de la formación en los alrededores del pozo
2. Estabiliza la formación, logrando una granulometría más gruesa y uniforme alrededor de los filtros
3. Repara posibles daños y obstrucciones ocurridas en el acuífero durante la perforación (método rotary / lodos de perforación)



Métodos

Jeteo (chorro de alta velocidad)

- Dispositivo para producir el chorro horizontal (jet)
- Bomba para producir la alta presión requerida



La energía de los chorros agita y reacomoda las partículas de formación frente a los filtros y desprende y dispersa el revoque producido por el lodo

Generalmente se agregan Polifosfatos de Na; dispersan las partículas de arcilla incorporadas naturalmente o agregadas con la inyección

La acción de los chorros se concentra en un área pequeña > se puede actuar selectivamente sobre cada parte de filtros

Sencillo de aplicar

Métodos

Jeteo (chorro de alta velocidad)



Métodos

Jeteo (chorro de alta velocidad)



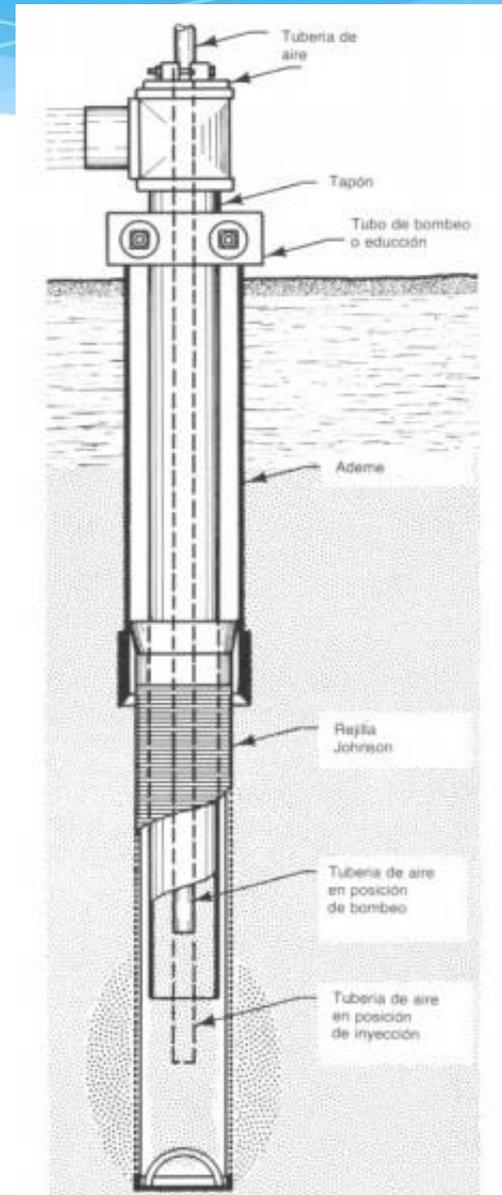
Métodos

Compresor (aire comprimido)

El aire inyectado burbujea en el agua, la gasifica y, al perder densidad, asciende por dentro de la tubería hasta la superficie

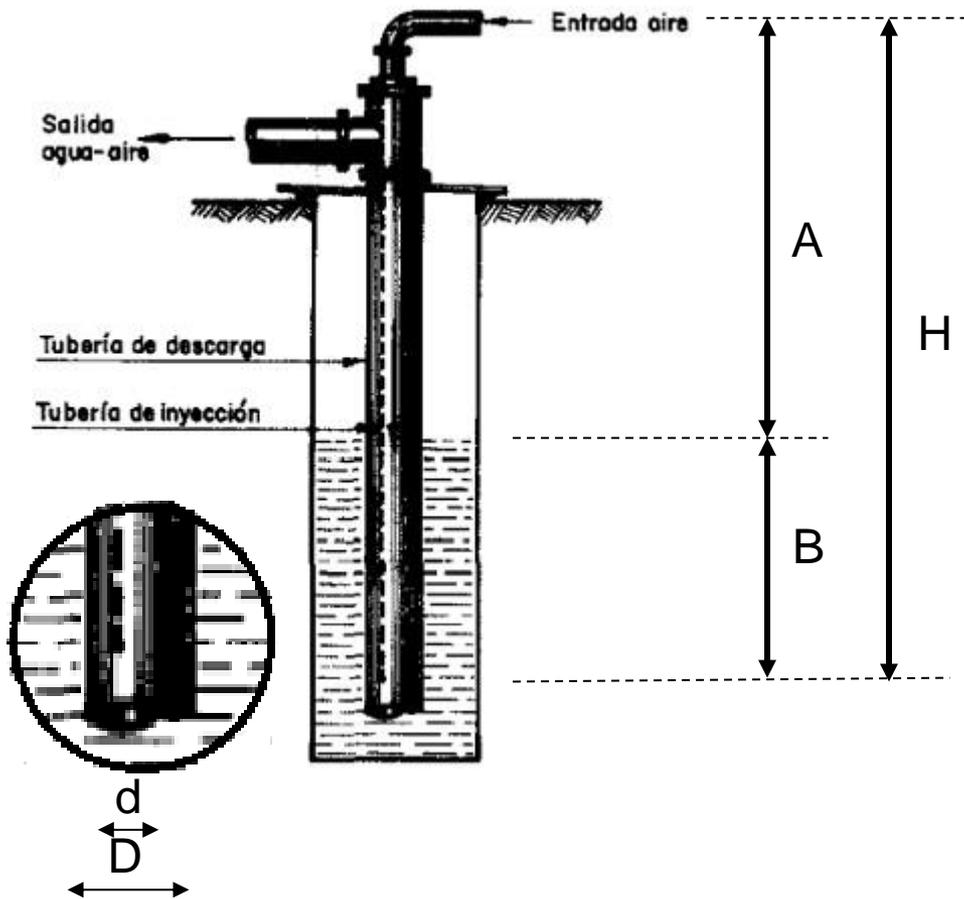
Se inyecta aire comprimido a una presión superior a la necesaria para vencer la columna líquida; por la tubería ascenderá una mezcla de agua-aire hasta una altura tal que los pesos interior y exterior se equilibren.

Se corta la inyección de aire y la columna de agua cae abruptamente, saliendo de la tubería de bombeo y pasando por el filtro hacia la formación



Métodos

Compresor (aire comprimido)



Sumrgencia

$$S = \frac{B}{A + B} 100$$

Máximo 75%

Mínimo 30%

Más conveniente 60/65%
(experimental)

Los **diámetros** de las **tuberías de agua (D)** y **aire (d)** deben guardar una cierta **relación** para que las velocidades del agua y aire sean las más convenientes, evitando pérdidas de carga importantes

$$\frac{D}{d} \text{ fn caudal}$$

Métodos

Compresor (aire comprimido)



<https://www.youtube.com/watch?v=TYc0Q2Qgraw>

Métodos

Compresor (aire comprimido)



Métodos

Compresor (aire comprimido)



Métodos

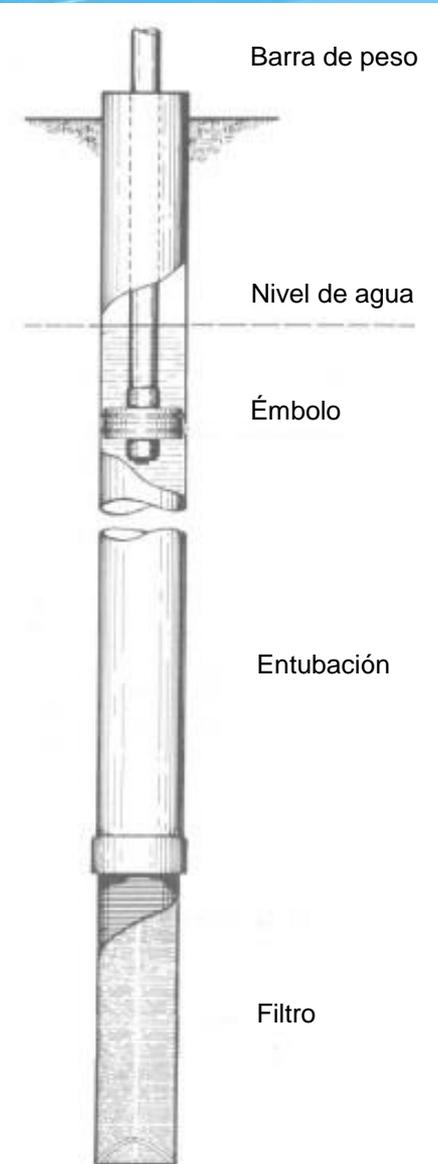
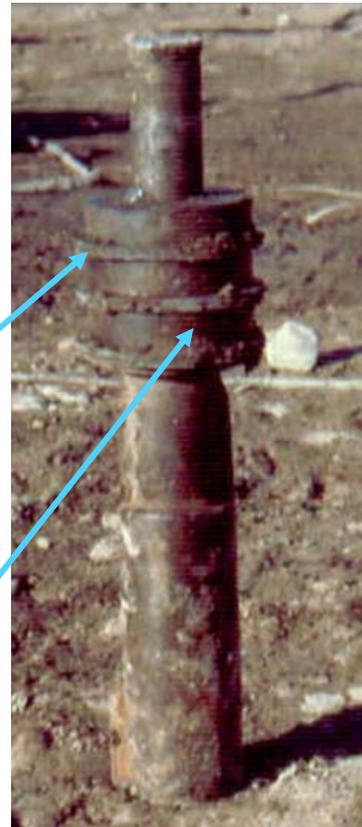
Pistoneo (agitación mecánica)

Consiste en introducir un émbolo por dentro de la entubación, sumergirlo entre 3m y 5m por debajo del nivel de agua, pero por sobre el extremo superior de los filtros.

Para producir la agitación se levanta el émbolo y se deja caer, repetidamente, durante un cierto tiempo.

Luego se retira el émbolo y mediante cuchareo o bombeo se retira la arena y/o finos que ingresaron a la perforación.

Discos de goma o cuero que se ajustan al diámetro interior de la cañería, entre **placas de acero** o madera

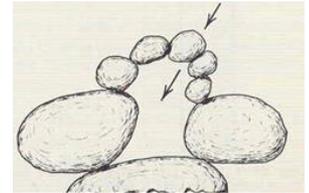


Métodos

Sobrebombeo

Consiste en bombear el pozo a un **caudal elevado** (mayor al que se estima utilizar durante la explotación) creando un gran descenso y gradiente que produce el arrastre de partículas finas

Procedimiento sencillo para eliminar los finos de la formación productiva, pero para pozos grandes, por sí solo no es suficiente para la estabilización total de la formación (puentes de arena)



Contralavado: bombear agua hasta la superficie, parar la bomba y dejar que la columna de agua dentro de la cañería de impulsión descienda bruscamente (sin válvula de retención). Se repite este proceso hasta que aclare el agua

Bomba: suficiente capacidad para operar a ese mayor caudal. Bomba de sacrificio Girostática (transmisión a eje); permite regular las rpm e incrementarlas paulatinamente. Ocasionalmente bomba electrosumergible

PRECAUCIÓN: puede ocasionar derrumbes

Métodos

Sobrebombeo



Métodos

Sobrebombeo



Test de pozo

Se realiza una vez finalizado el desarrollo primario

Parámetros:

- Nivel estático (NE) m
 - Nivel dinámico (ND) m
 - Caudal (Q) m³/h
- } Depresión (Δh) = NE - ND

Índice de productividad o Caudal específico

$$q = \frac{Q}{NE - ND} \quad \left(\frac{m^3/h}{m} \right)$$

Test de pozo

Elementos:

- Bomba de profundidad
 - Sonda Piezométrica
 - Cronómetro
 - Medidor de caudal
- } Data logger o diver
- Placa orificio
 - Caudalímetro
 - Regla aforadora



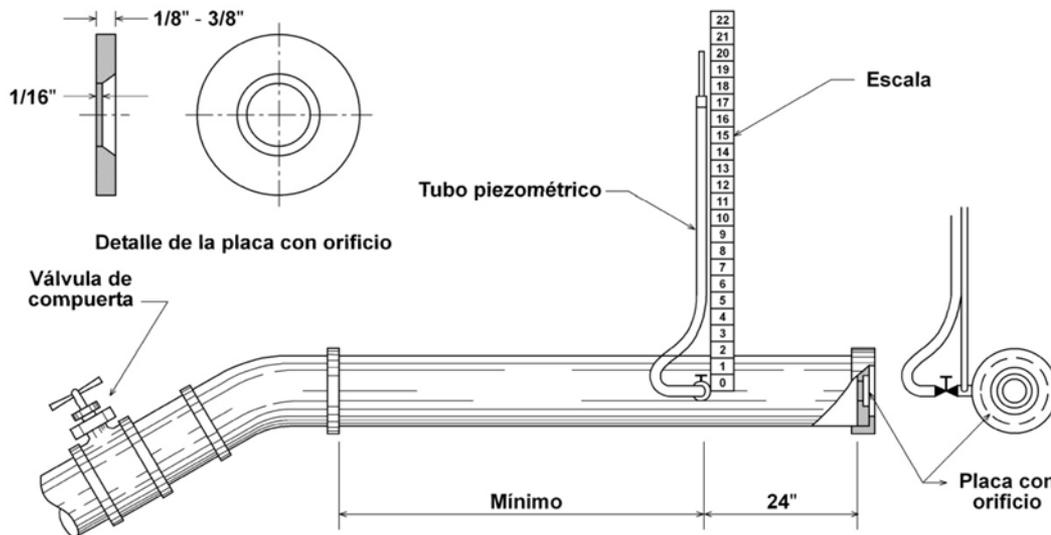
Tiempo		Lectura (mbbp)		Nivel
(min)	(seg)	Bruta	Corregida	
0	0	80,09	79,84	N.E.
1	60	91,38	91,13	N.D.
2	120	91,95	91,7	N.D.
3	180	92,21	91,96	N.D.
4	240	92,33	92,08	N.D.
5	300	92,4	92,15	N.D.
6	360	92,47	92,22	N.D.
7	420	92,52	92,27	N.D.
8	480	92,57	92,32	N.D.
9	540	92,6	92,35	N.D.
10	600	92,66	92,41	N.D.
15	900	92,73	92,48	N.D.
20	1200	92,78	92,53	N.D.
25	1500	92,83	92,58	N.D.
30	1800	92,86	92,61	N.D.
45	2700	92,93	92,68	N.D.
60	3600	93,01	92,76	N.D.
75	4500	93,04	92,79	N.D.
90	5400	93,07	92,82	N.D.
105	6300	93,07	92,82	N.D.
120	7200	93,07	92,82	N.D.

Caudal = 223 m3/h (a= 85 cm)

Test de pozo

Medidor de caudal:

- Placa orificio

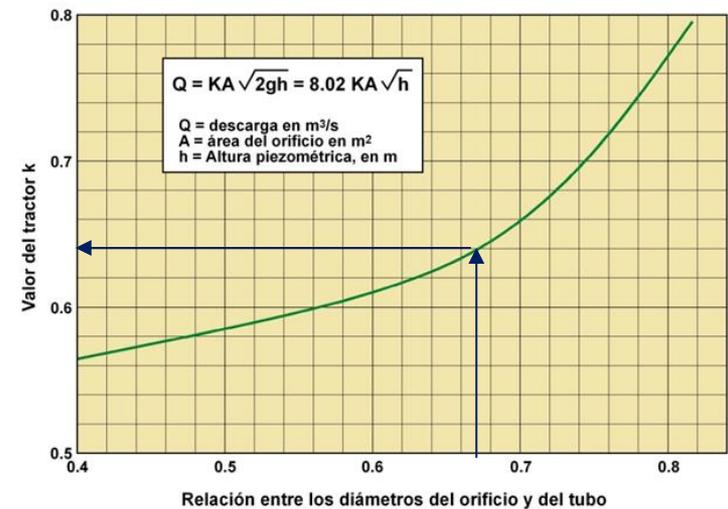


$$\phi_C = 3''; \phi_O = 2''; h = 48 \text{ cm}$$

$$R = 0,67$$

$$K = 0,64$$

$$Q = 3,8 \text{ l/s} = 13,7 \text{ m}^3/\text{h}$$



Test de pozo

Medidor de caudal:

- Placa orificio



Test de pozo

Medidor de caudal:

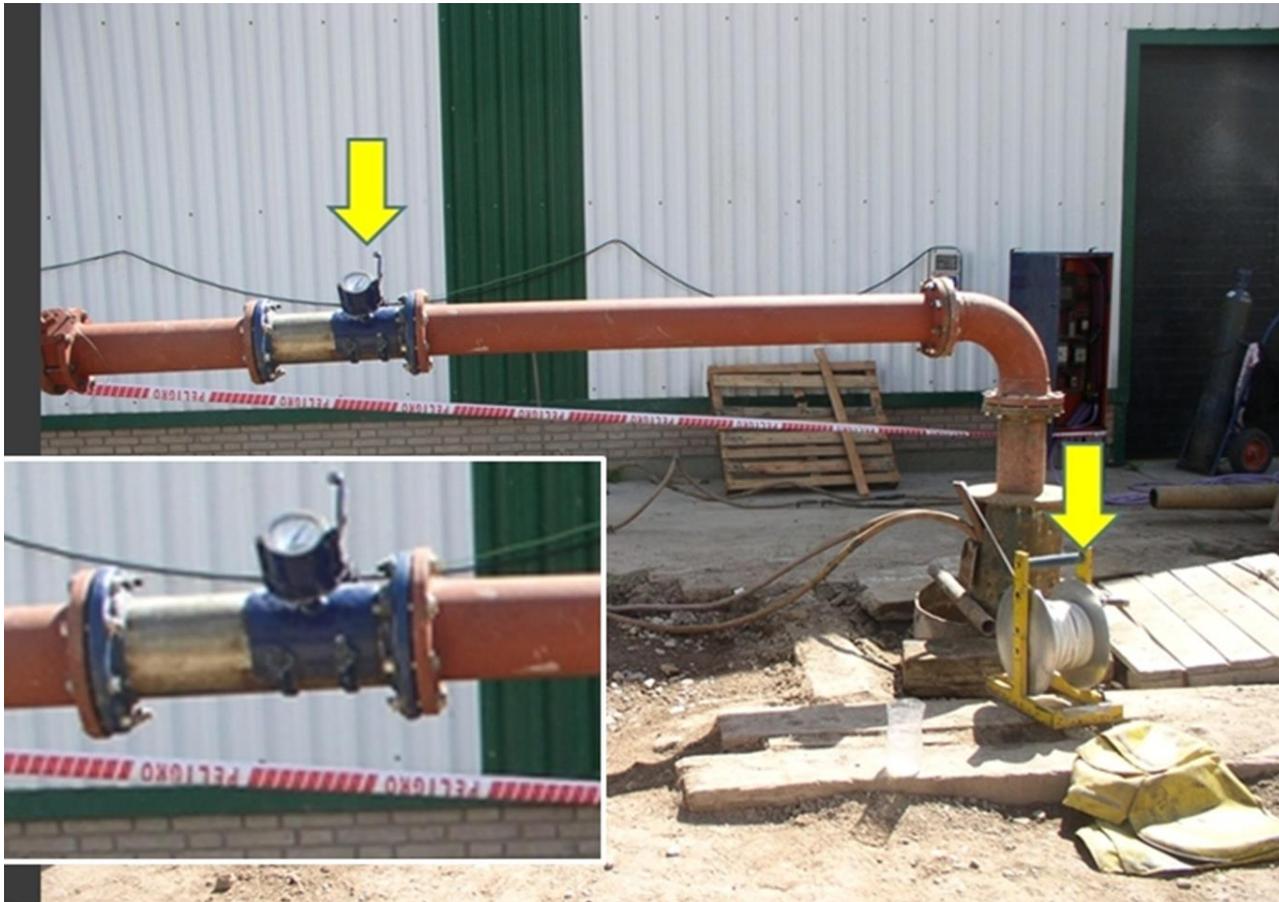
- Caudalímetro



Test de pozo

Medidor de caudal:

- Caudalímetro



Test de pozo

Medidor de caudal:

- Regla aforadora



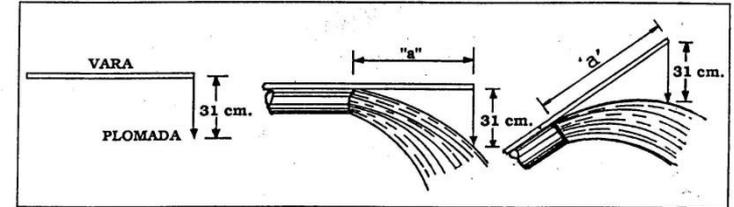
$$\Phi = 6''$$

$$a = 85 \text{ cm}$$



$$223 \text{ m}^3/\text{h}$$

METODO PARA DETERMINAR CAUDAL HORA



CÁUDAL Q EN LTS/HORA - CUANDO EL CAÑO FLUYA LLENO

a. mm.	3"	4"	6"	8"	10"
150	09.795	17.565			
175	11.427	20.462			
200	13.060	23.420			
225	14.262	26.347	59.152		
250	16.325	29.275	65.725		
275	17.957	32.202	72.297	128.590	
300	19.590	35.130	78.870	140.280	219.150
325	21.222	38.057	85.442	151.970	237.412
350	22.055	40.985	92.015	163.660	255.675
375	24.487	43.912	98.587	175.350	273.937
400	26.120	46.840	105.160	187.040	292.200
425	27.752	49.767	111.733	198.730	310.462
450	29.385	52.695	118.305	210.420	328.725
475	31.027	55.622	124.877	222.110	346.987
500	32.650	58.550	131.450	233.800	365.250
525	34.262	61.477	138.022	245.490	383.512
550	35.915	64.405	144.595	257.180	401.775
575	37.545	67.332	151.167	268.870	420.037
600	39.180	70.260	157.740	280.560	438.300
625	40.812	73.183	164.312	292.250	456.562
650	42.445	76.115	170.885	303.940	474.825
675	44.077	79.042	177.457	315.630	493.087
700	45.780	81.970	184.030	327.320	511.350
725	47.342	84.897	190.602	339.010	529.612
750	48.975	87.825	197.175	350.700	547.875
775	50.607	90.752	203.747	362.390	566.137
800	52.240	93.680	210.320	374.080	584.400
825	53.872	96.607	216.890	385.770	602.662
850	55.505	99.535	223.465	397.460	620.925
875	57.137	102.462	230.027	409.150	639.187
900			236.610	420.840	657.450
925			243.192	432.530	675.712
950			249.775	444.220	693.975
975			256.327	455.910	712.237
1.000			262.900	467.600	730.500

Fórmula de corrección para aplicar cuando el caño no fluya lleno.

$$C = \frac{Q \cdot x}{y}$$

Equipamiento

