

# EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS

## LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE AGUA

**Mario Valencia Cuesta**

**Geólogo**

**AGUAS SUBTERRÁNEAS LTDA.**

**[aguassubterraneas@gmail.com](mailto:aguassubterraneas@gmail.com),**

**[www.aguassub.com](http://www.aguassub.com),**



# EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE AGUA

### CONTENIDO:

1. El agua recurso esencial
2. Tipos de pozos de aguas subterráneas
3. Los equipos de perforación
4. Equipos de circulación directa de lodos
5. Herramientas e Insumos de perforación
6. El revestimiento de los pozos
7. El lavado y desarrollo
8. El bombeo

# EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS

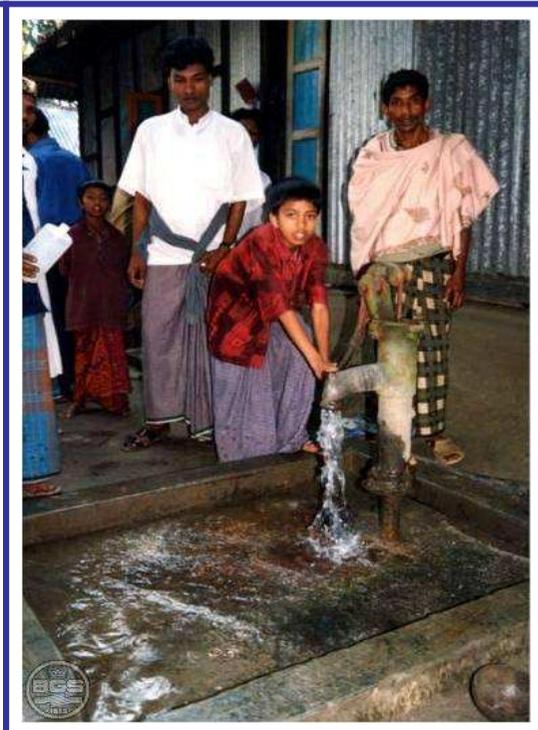
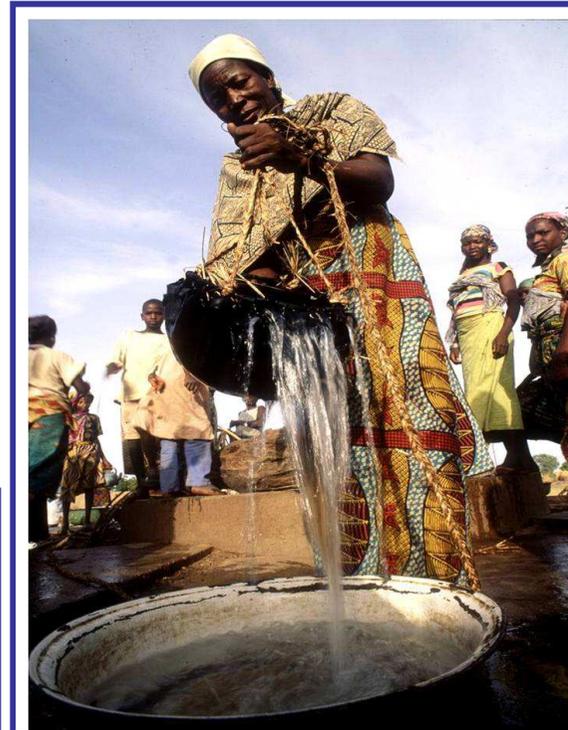


## Escenas del siglo 1:

El agua es la vida  
del hombre y de los animales



# EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## Escenas del siglo 21:

El agua es alimento,  
es salud y es alegría

# PROCESOS DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## Pozos de aguas subterráneas

**Una nueva esperanza:**

**¿ Si no hay agua arriba,**

**Habrà agua abajo ?**

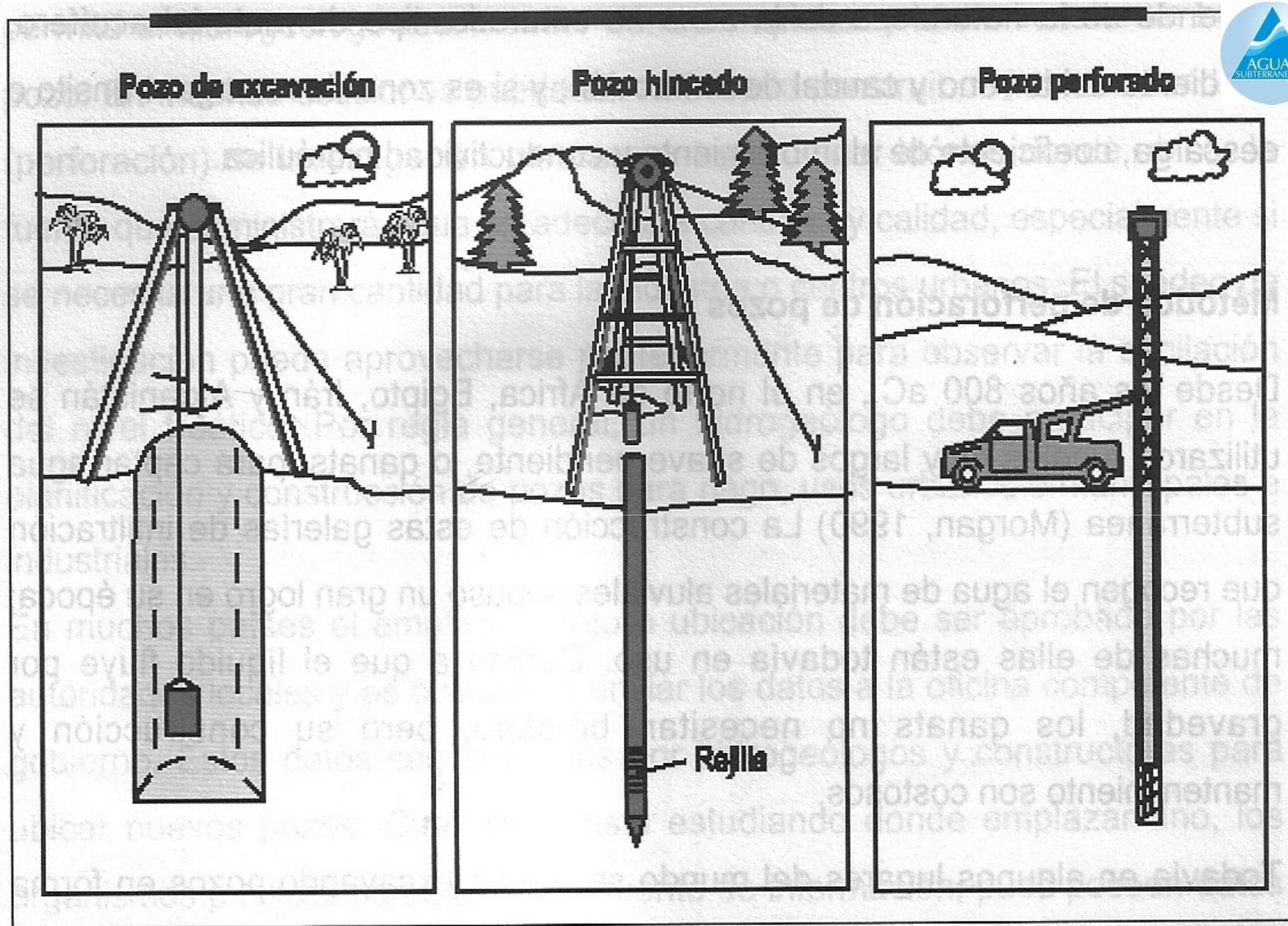
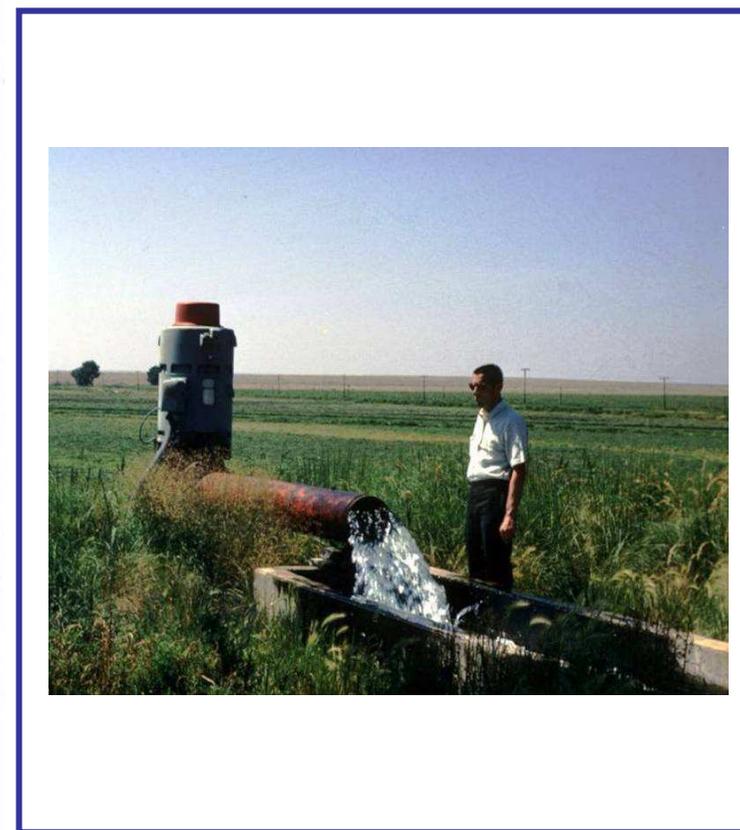


Figura 18. Método de construcción de pozos (modificado de Walter, 1988)

## VENTAJAS DE LOS POZOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

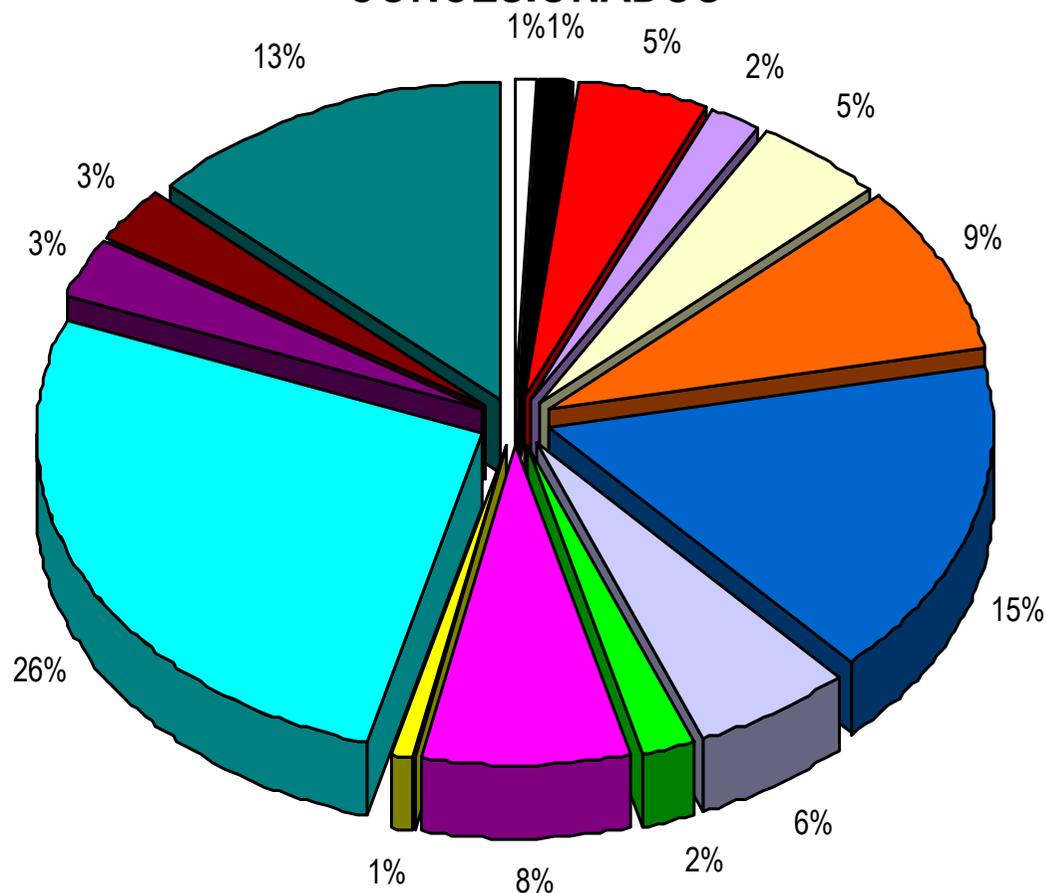
- 1) En comparación con los altos costos que implica la construcción de embalses de superficie, la perforación de pozos es relativamente barata y puede ser gradual a lo largo del tiempo para ir satisfaciendo las necesidades.
- 2) El impacto ambiental de un pozo es mínimo.
- 3) Muchos acuíferos tienen gran capacidad de almacenamiento, por lo que los volúmenes necesarios del recurso pueden ser satisfechos, incluso en largos periodos de sequía.
- 4) El agua subterránea es, en general, de buena calidad química y bacteriológica, y es improbable que requiera otro tratamiento, así como, muchas a veces, la precautoria cloración.





## EJEMPLO: POZOS PROFUNDOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010)

**DISTRIBUCION POR LOCALIDAD DE LOS 105 POZOS  
CONCESIONADOS**



- Antonio Nariño - 1
- Barrios Unidos - 1
- Bosa - 5
- Chapinero - 2
- Ciudad Bolívar - 5
- Engativa - 9
- Fontibon - 17
- Kennedy - 6
- Los Martires - 2
- Puente Aranda - 8
- Santa Fe - 1
- Suba - 28
- Teusaquillo - 3
- Tunjuelito - 3
- Usaquén - 14

## FACTORES DECISORIOS

1. Demanda de Agua Insatisfecha
2. Sitio Posible de la Perforación
3. Objetivos Geológicos Interpretados
4. Objetivos Hidrogeológicos  
Acuíferos posibles
5. Profundidad estimada Inicial
6. Dimensiones del pozo
7. Tecnología disponible
8. Presupuesto disponible
9. Permiso de autoridades

# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## PROCEDIMIENTOS DE PERFORACIÓN DE POZOS DE AGUA

1. Percusión
2. Circulación Inversa de Lodos
3. Roto percusión (Martillo de Fondo)
4. Circulación Directa de Lodos
5. Perforación con inyección de Aire
6. Perforación con inyección de Espumantes
7. Perforación con Recuperación de Núcleos



## Perforación por el Método de Percusión

El método de perforación por percusión puede compararse al efecto que se produce cuando se golpea con un martillo un cincel colocado sobre una superficie sólida.

Un equipo de cable conduce una barra pesada en forma de cincel que penetra a golpes en las formaciones.

### Cuales son las ventajas y los inconvenientes?

Ideal para acuíferos poco profundos en terrenos duros.  
Es ineficiente con la profundidad y en terrenos blandos.



## Perforación por el Método de Circulación Inversa de Lodos

El método exige  
un compresor de aire  
de buena capacidad

### Cuales son las ventajas y los inconvenientes?

El acuífero ayuda en la perforación;  
el pozo queda limpio al perforarlo.

Limitado con la profundidad,  
o con materiales gruesos sueltos.



Figure 10.27. The settling pit for a reverse rotary rig is considerably larger than for a direct rotary machine because fluid losses in the borehole are always much higher. The pit should contain at least three times the volume of the material to be removed during drilling. (Portadrill, Inc.)

## Perforación por el Método de Roto percusión

El método requiere brocas de alta calidad.

Combina el aire comprimido  
Con el empuje de la torre

Cuales son las ventajas y los inconvenientes?

Adecuado para terrenos rocosos duros.

Tiene restricciones con la profundidad y con el diámetro.



## Otros Procedimientos de Perforación

Empleo de brocas con abertura interna para **recuperación de núcleos**,

Uso de **espumantes** en lugar de aire,

Uso de **aire** por sistemas combinados de tuberías para inyección y extracción



## Perforación por el método rotatorio con circulación directa de lodos

Este método **es el más utilizado actualmente.**

La perforación se realiza con **brocas** de diferentes tipos de aceros, que se utilizan según el tipo de formación que va a ser perforada,

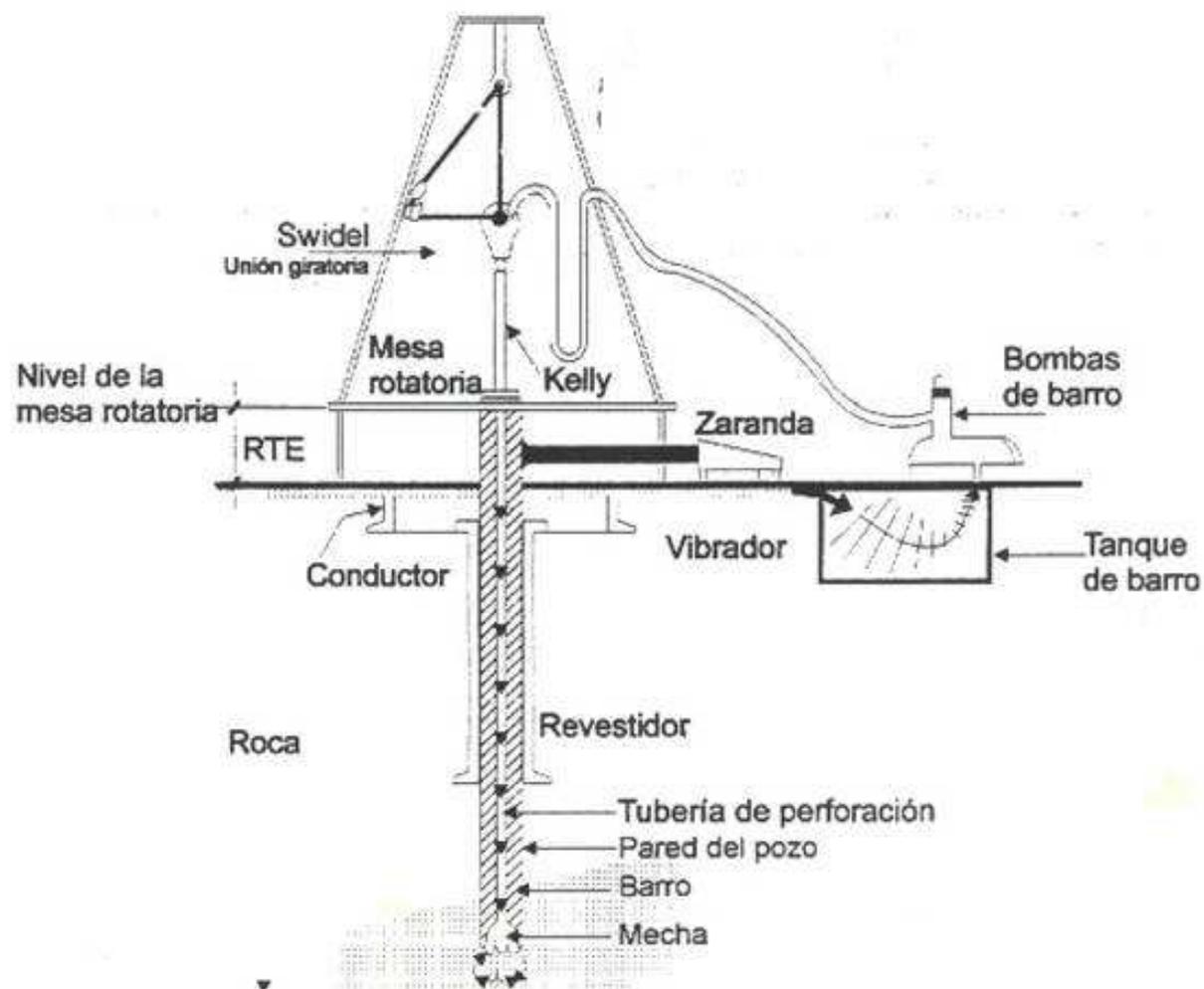
La broca va enroscada en el extremo inferior de una columna de tubos de acero (o **sarta de perforación**) cuya longitud aumenta a medida que se profundiza el pozo.

Para subir y bajar la columna de tubos se requiere de un punto de apoyo: **la torre de perforación** del Taladro.

La rotación se realiza en la **mesa rotaria**, situada en la parte superior de la tubería, girando la columna de tubos y la broca

Para retirar del pozo los fragmentos cortados por la broca, se utiliza un sistema de circulación cerrado de **lodo de perforación**.

## Sistema de circulación del barro y arrastre de detritus del subsuelo



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## Perforación con Circulación Directa de Lodos Equipos y Componentes

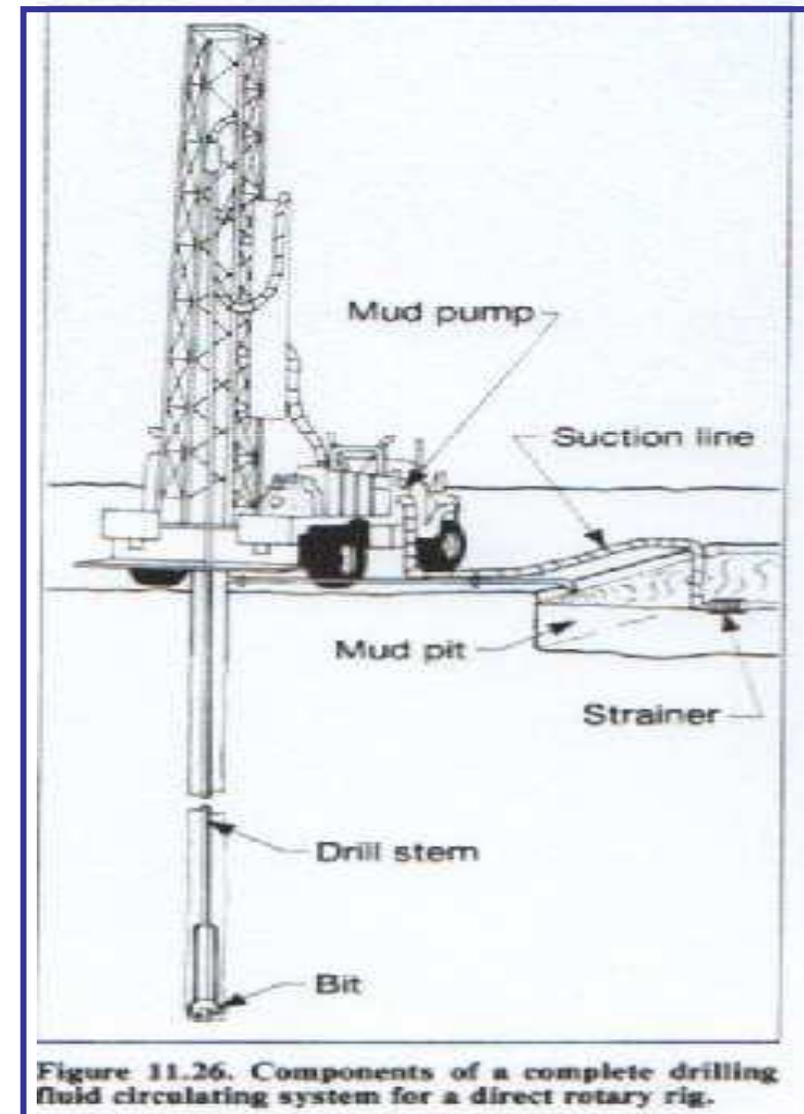
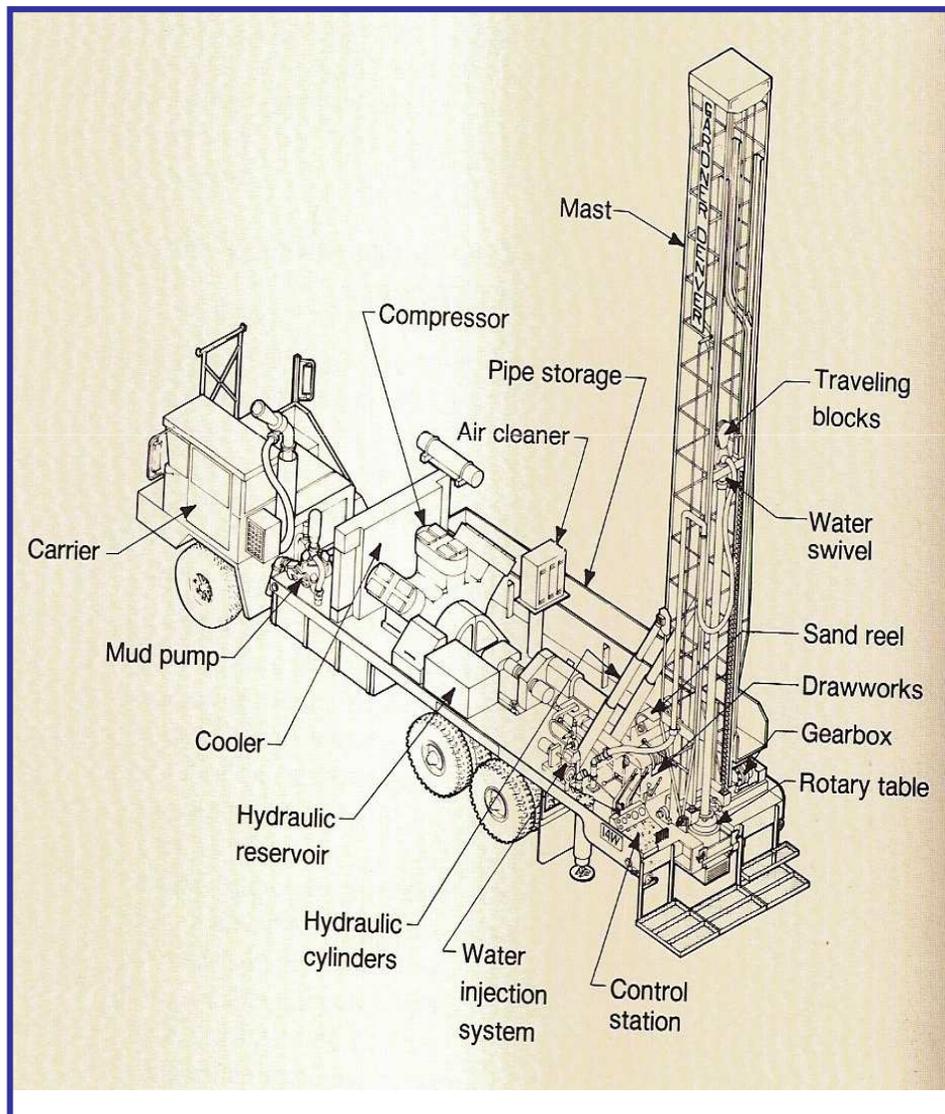


Figure 11.26. Components of a complete drilling fluid circulating system for a direct rotary rig.

# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## Labores de Perforación



## Brocas Tricónicas



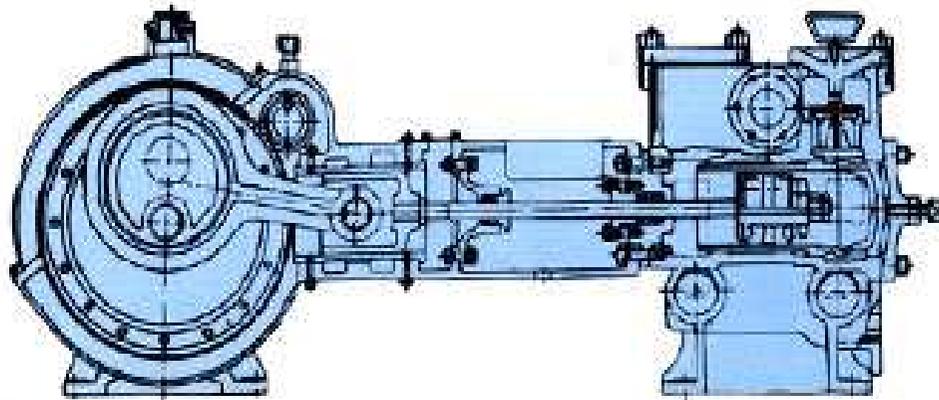
## Broca Poli cristalina



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



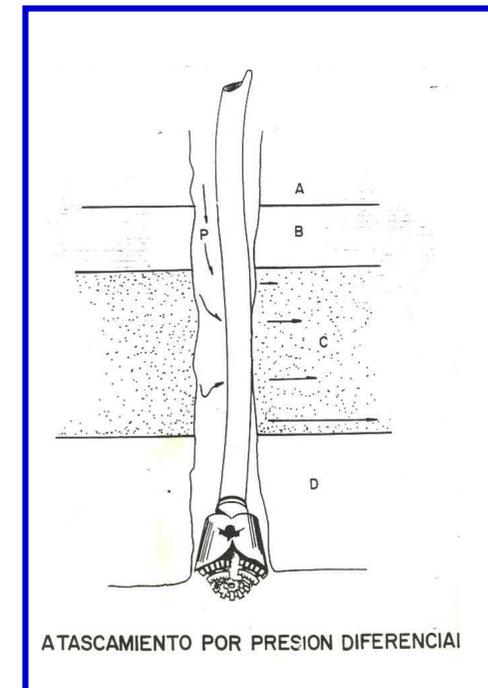
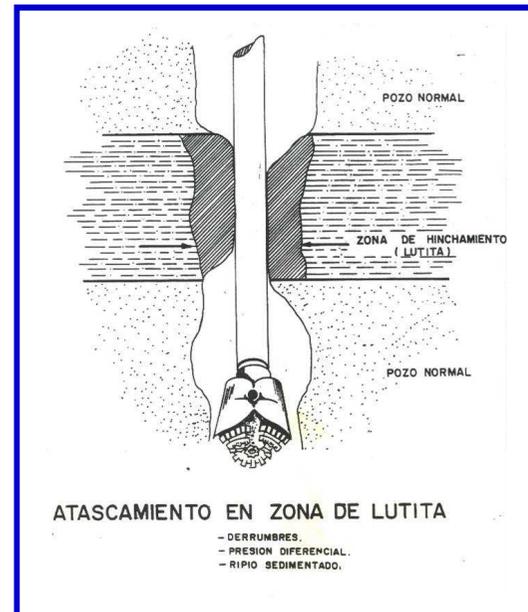
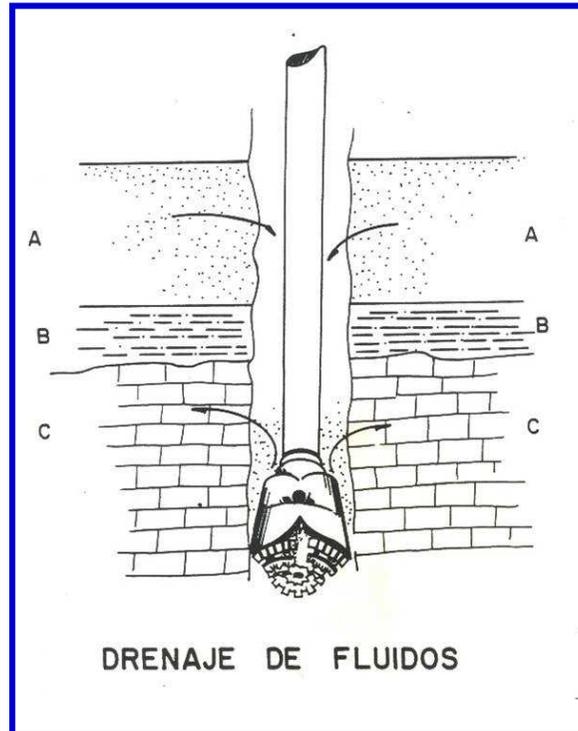
## Bombas de Lodos Duplex (bombas de pistón)



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## Situaciones típicas en el interior de una perforación



## Lodo de Perforación

Es el conjunto de **componentes líquidos** que se introducen por la parte central de la tubería de perforación, hasta ponerse en contacto con la roca a perforar.

Luego retorna por el espacio exterior entre la tubería y las paredes del pozo.

### Funciones del Lodo:

- .- **Acarrea** todos los residuos (ripios) originados por el avance de la broca.
- .- **Enfría y lubrica** la broca y la sarta de perforación.
- .- **Estabiliza** las paredes del pozo (forma revoque = **la torta de lodo**).
- .- **Controla las presiones** de entrada de fluidos de las formaciones hacia el pozo.

## Lodo de Perforación

### Componentes líquidos:

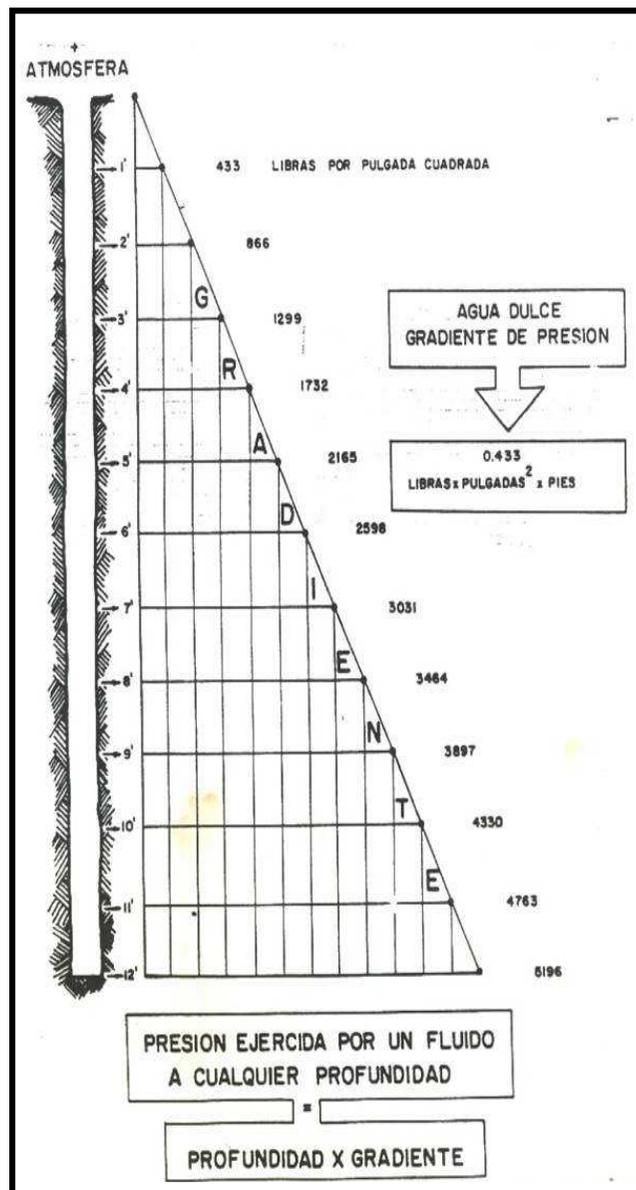
1. Agua,
2. Bentonita (arcilla expansiva muy fina),
3. Polímeros (celulosa),
4. Agregados para control del pH
5. (Bicarbonato de Sodio),
6. Soda cáustica

## El Lodo de Perforación



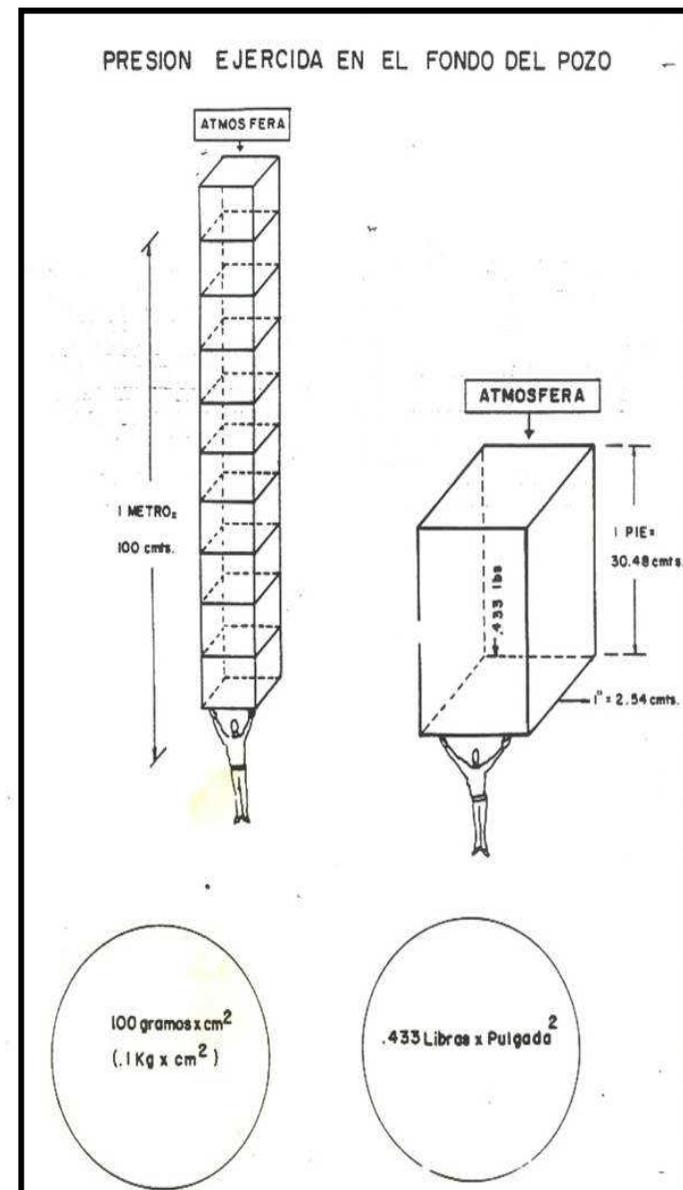
Medición de la **Viscosidad** del Lodo  
(Tiempo de llenado en segundos)

## Las presiones del lodo de perforación



Peso del agua =  
1 tonelada / 1 m<sup>3</sup>

Presión del agua =  
1.42 lb/pg<sup>2</sup>\*metro



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



## Los cortes o rípios de Perforación

El empuje ejercido por **la bomba de lodos** lleva los rípios cortados por la broca hasta la superficie y los descarga en la boca del pozo



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



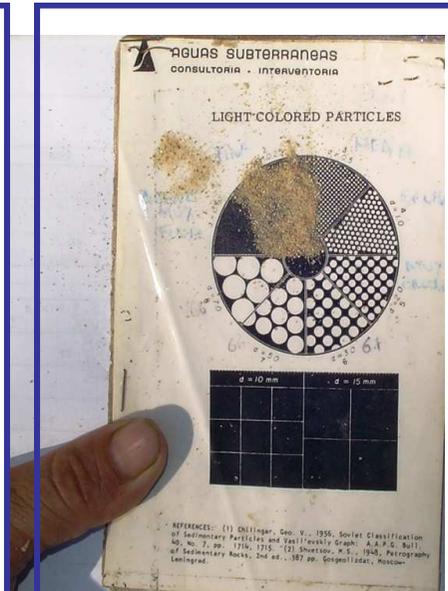
## Análisis e Interpretación de la perforación



Los Ripios de la Perforación se recogen a cada metro de perforación (**colores, composición, tamaños, procedencia**);

El geólogo los describe y elabora el

**Perfil Litológico del Pozo**



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



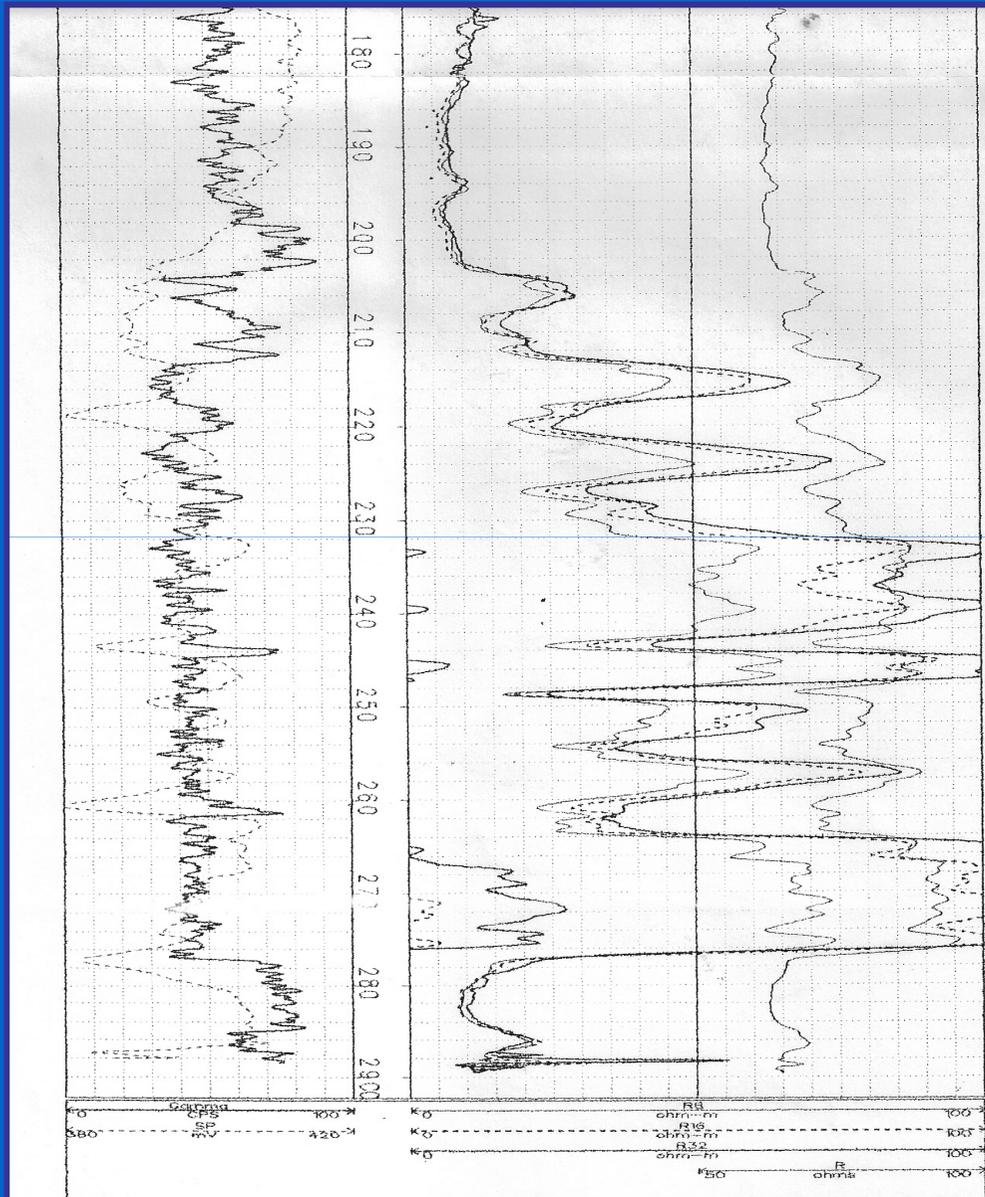
## Perfil Litológico de una Perforación



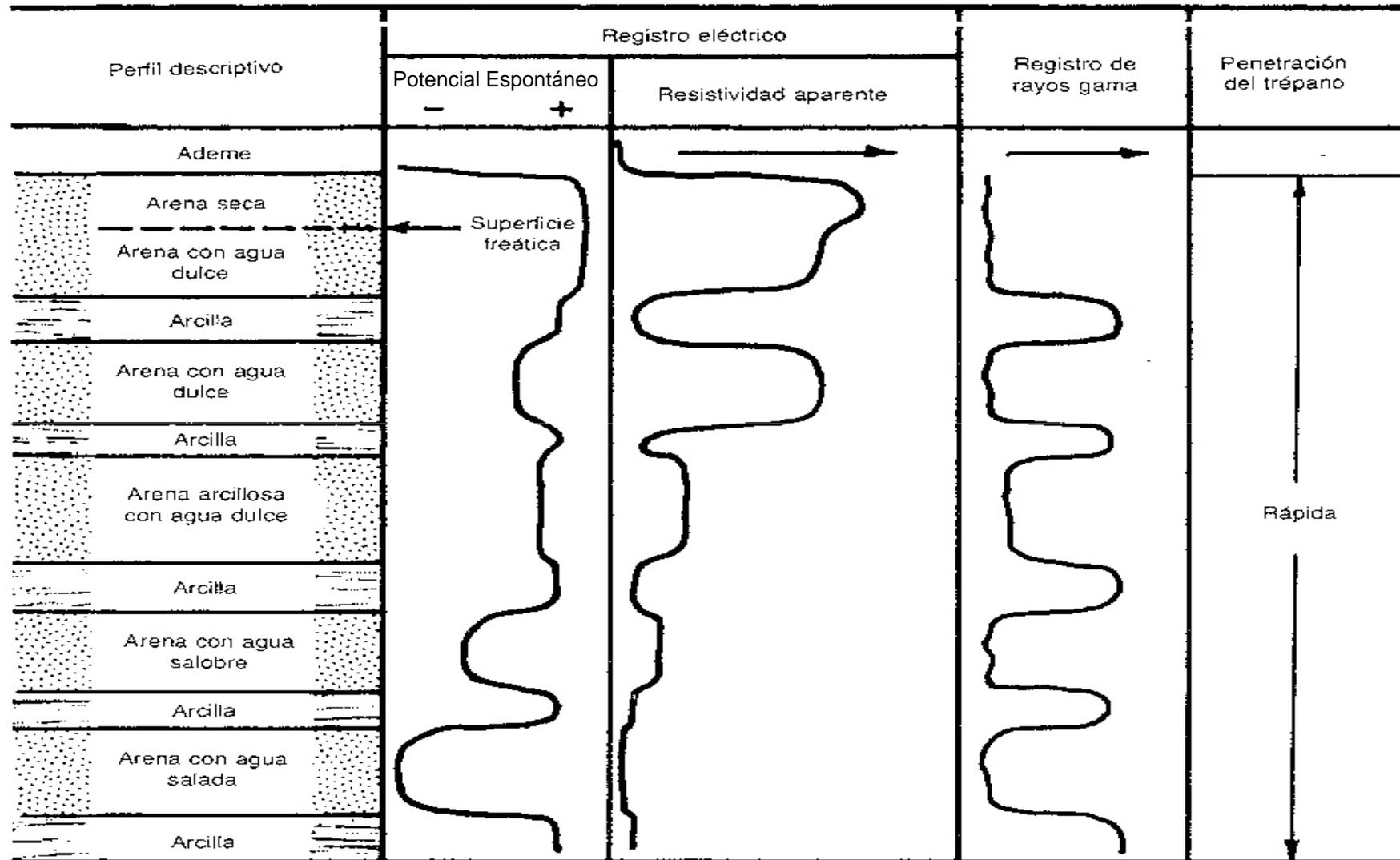
# REGISTROS ELÉCTRICOS DE LA PERFORACIÓN EXPLORATORIA



# JUEGO DE PERFILES GEOFÍSICOS DEL POZO



# INTERPRETACIÓN DE LOS REGISTROS ELÉCTRICOS



**Fig. 129: Registros artificiales eléctrico y de rayos gama en una secuencia de formaciones de arena y lechos de arcilla. El agua mineralizada de las arenas inferiores reduce su resistividad aparente con relación a la de la arcilla, pero el registro de rayos gama permite distinguir los lechos de arcilla de los estratos arenosos.**

# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



**El revestimiento de los pozos**

## EL REVESTIMIENTO DEL POZO

### Tubería de Acero



La Puntera  
En acero



Tubería ciega de acero  
y Filtros en acero inoxidable



# POZOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



## LOS FILTROS PARA LA ENTRADA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

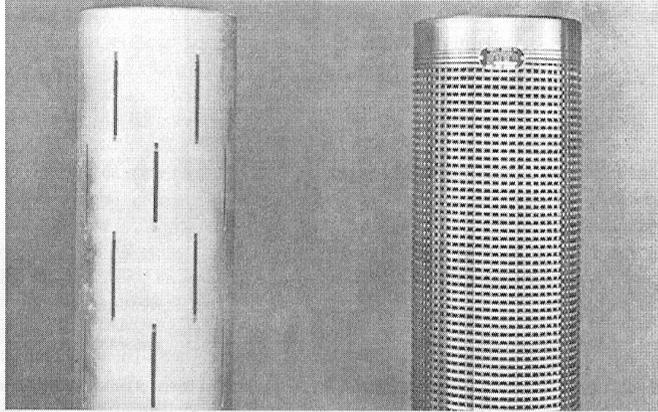
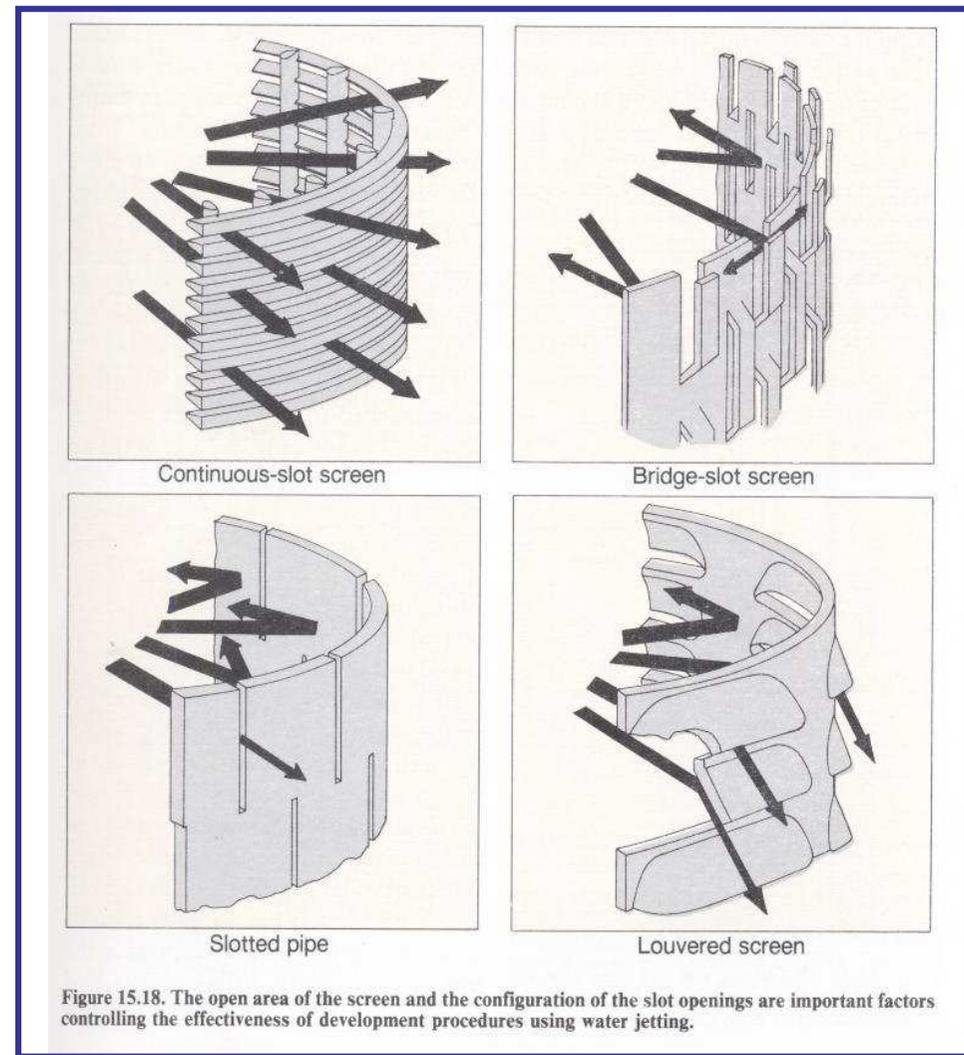


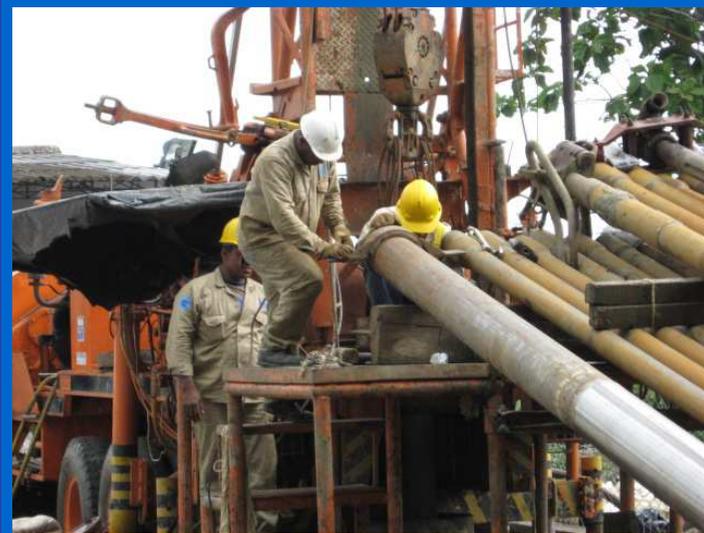
Fig. 110: Comparación entre una tubería ranurada y una rejilla de pozo, ambas de acero inoxidable y con el mismo ancho de abertura, que muestra cómo la rejilla de abertura ranurada continua, dispone de 10 veces más área abierta por metro lineal o por metro cuadrado, de superficie lateral.



# INSTALACIÓN DE REVESTIMIENTO EN ACERO

**ALTERNATIVAS  
PARA EL  
REVESTIMIENTO:**

**EN TRAMOS  
SOLDADOS  
O  
ROSCADOS**



## INSTALACIÓN DE REVESTIMIENTO EN PVC



**PEGANTE  
PARA EL  
REVESTIMIENTO DE PVC:**

**Y TRAMOS  
ATORNILLADOS**



## REVESTIMIENTO EN ANILLOS DE CONCRETO



REVESTIMIENTO IDEAL  
PARA  
PROFUNDIDADES PEQUEÑAS

**ANILLOS FUNDIDOS  
EN CONCRETO  
CON ORIFICIOS  
PARA EL PASO DEL AGUA**



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



**El lavado y desarrollo  
de un pozo**

## EL LAVADO DEL POZO



**Paso 1: Inyección de Agua limpia**  
**Remoción del lodo de Perforación**



## PASO 2: INSTALACIÓN DEL EMPAQUE O FILTRO DE GRAVA

**Llenado del Espacio Anular  
con Gravilla  
o  
Filtro permeable externo  
del pozo**



**La Gravilla  
es Seleccionada  
a partir de  
Análisis Granulométricos**



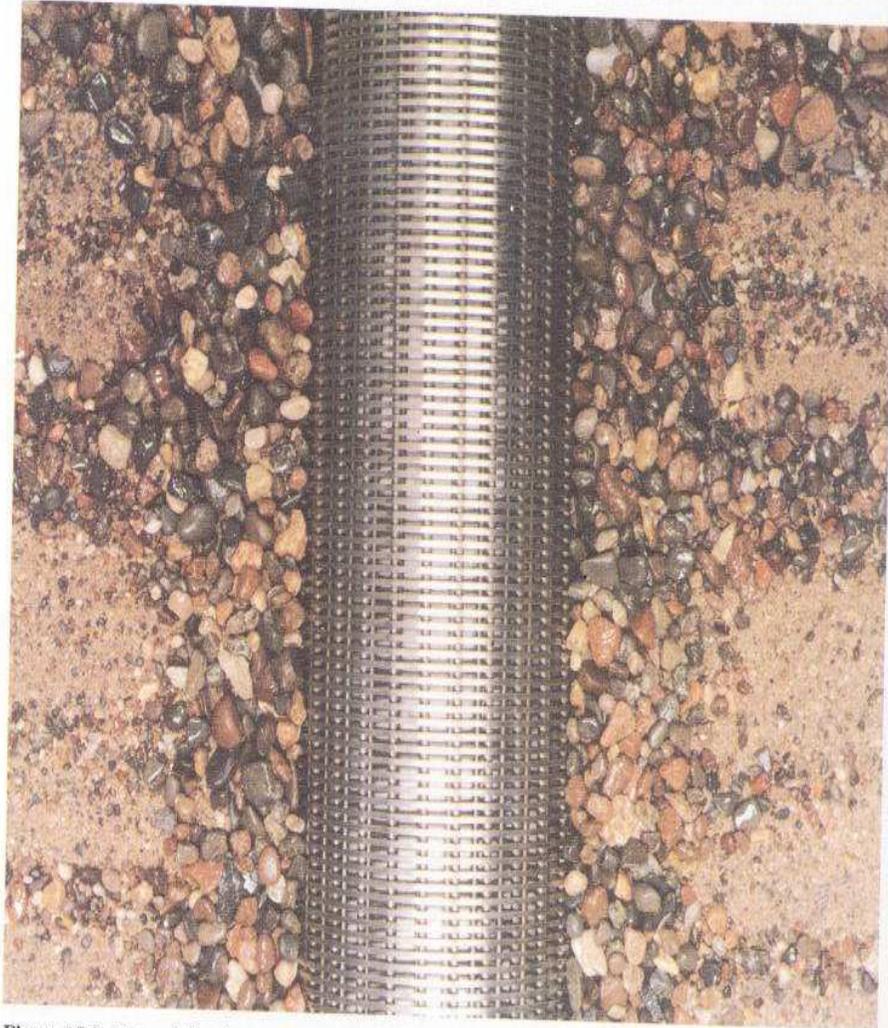
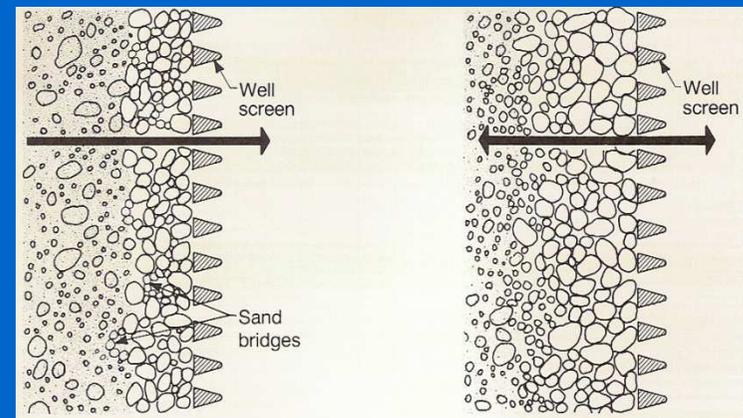


Figure 15.3. Natural development removes most particles near the well screen that are smaller than the slot openings, thereby increasing porosity and hydraulic conductivity in a zone surrounding the screen.

## FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA HACIA UN POZO:

1. ACUÍFERO (Estrato Poroso),
2. EMPAQUE DE GRAVA (Primer Filtro Artificial),
3. REJILLA (Segundo Filtro Artificial)



# DESARROLLO DE POZOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

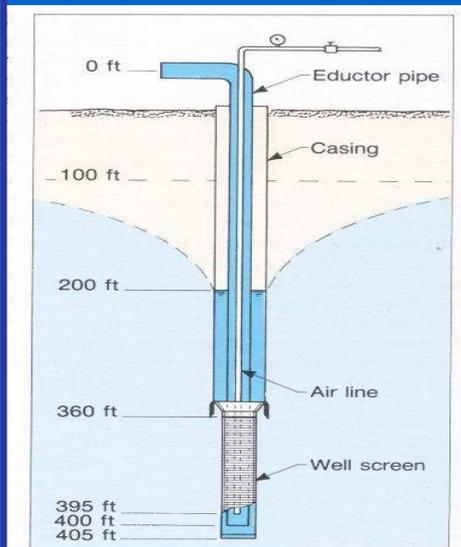


Figure 15.14. Determining the design of an air-lift system for a specific well.

## Paso 3:

Inyección de Agua a presión, Inyección de Aire Comprimido y pistoneo de los filtros.

## Paso 4:

Desinfección con ácido.

## TRABAJOS FINALES EN UN POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



**Paso 5:**  
**Instalación del Equipo de Bombeo**  
**y**  
**de las**  
**conexiones Eléctricas**

**Paso 6:**  
**La Prueba de Bombeo**



# MEDICIONES HIDRÁULICAS BÁSICAS



En la Prueba de Bombeo

Paso 7: Primeros datos hidráulicos de un pozo

CAPACIDAD ESPECÍFICA = **CE**:

Caudal vs. Abatimiento =

$$CE = Q / Ab$$

**Q** = Caudal = (LPS, GPM, M3H)

**NE** = Nivel Estático

**NB** = Nivel Dinámico = ND

**Ab** = Abatimiento = NB - NE

## TRABAJOS FINALES EN UN POZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Paso 8: El Sello Sanitario en el espacio anular

Paso 9: La Base de Concreto en superficie

Paso 10: La Acometida Eléctrica definitiva

Paso 11: La Caseta de Protección

Paso 12: El Tanque o Reservorio de agua



## El Resultado Final en un Pozo de Aguas Subterráneas

La Prueba Definitiva:  
La cantidad y la calidad  
del  
Agua Subterránea



# CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS

## LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE AGUA

*F I N*

**Mario Valencia Cuesta**

**Geólogo**

**AGUAS SUBTERRÁNEAS LTDA.**

**[aguassubterraneas@gmail.com](mailto:aguassubterraneas@gmail.com),**

**[www.aguassub.com](http://www.aguassub.com),**

