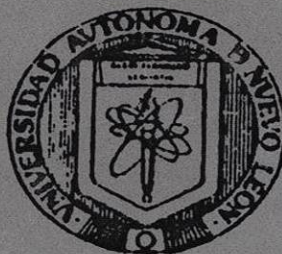


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



METODOS DE PERFORACION
DE POZOS PARA AGUA

SEMINARIO
(OPCION II-A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

ALMA LUISA LIEVANO DE LA PEÑA

T
TD412
L5
C.1

SEPTIEMBRE DE 1991.

MARIN, N.L.

T

TD412

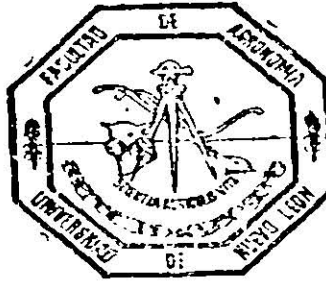
L5

c.1



1080063950

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



METODOS DE PERFORACION

DE POZOS PARA AGUA

**SEMINARIO
(OPCION II-A)**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

PRESENTA

ALMA LUISA LIEVANO DE LA PEÑA



10766 *a*

SEPTIEMBRE DE 1991.

MARIN, N.L.

T
7D412
LS

040-624
FA1
19
C.



A MIS PADRES:

MARIO LIEVANO MONTEJO

ELVIRA C. DE LA PEÑA DE LIEVANO

Por su amor y paciencia ilimitada
hacia cada uno de sus hijos.

A MI HIJA:

ALMA GABRIELA

Mi tesoro máspreciado.

Mi motivo de ser.

A MIS HERMANOS:

MARIO

JULIA ELVIRA

LUIS GABRIEL

LUCIA GENOVEVA

MARIA ELENA

JESUS CONSTANCIO

BENJAMIN ALBERTO

A MIS AMIGOS:

Aquéllos que desinteresadamente, de una u otra forma, me apoyaron para la realización de este trabajo.

A MI ASESOR:

DR. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO

Por su esmero y dedicación en la guía de este trabajo. Ojalá sea siempre el maestro y el amigo para sus alumnos. Gracias.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION.	1
LITERATURA REVISADA.	3
I. Pozos Convencionales.	3
1.1. Métodos Manuales.	3
1.2. Métodos de Qanats.	6
II. Perforación de Pozos Pequeños.	
2.1. El Barrenado.	7
2.2. De Hınca.	8
2.3. De Chorro.	9
III. Perforación de Pozos Profundos.	11
3.1. Percusión.	12
3.2. Rotatorio.	15
3.3. Perforación con Aire.	16
3.4. Martillo Neumático.	17

	Pág.
IV. Productividad y Calidad de un Pozo de Agua.18
4.1. Factores que reducen la productividad de un pozo de agua.	18
4.2. Calidad de Agua.	20
MATERIALES Y METODOS.	22
Climatología.	23
Fisiografía.	25
Funcionamiento Cualitativo del Sistema Acuíf- ero en el Area de Estudio.26
Características Generales de los Aprovecha- mientos.	28
Resultados y Discusiones	31
Conclusiones	34
Bibliografía.	35

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Nº	F I G U R A S	Pág.
1.-	Torno manual para la extracción de materiales.	3
2.-	Entibación de madera de un pozo de sección cuadrada.	4
3.-	Disposición típica de un pozo convencional circular.	4
4.-	Barrena de Mano.	8
5.-	Barrena Espiral.	10
6.-	Esquema constructivo de un pozo Indio.	10
7.-	Tipos de Hinca.	11
8.-	Esquema de una sonda de percusión.	13

C U A D R O

1.-	Registro de Agua del subsuelo por Municipio en el Estado de Nuevo León.30
-----	---------------------------------------------------------------------------------	-----

I N T R O D U C C I O N

Los recursos de agua subterránea en el Estado de Nuevo León, son explotados en forma intensa, debido a que constituyen una fuente de suministro seguro para las actividades socioeconómicas que se realizan. Sin embargo, se desconoce cuál es la extracción y recarga del agua subterránea en algunas zonas del mismo, en las cuales no se efectúa un control adecuado en la extracción, uso y conservación de este valioso recurso.

Para la extracción del agua subterránea se utiliza la perforación, la cual incluye todos los métodos encaminados a practicar agujeros en el suelo con el propósito de construir pozos. Entre estos métodos encontramos algunos rústicos o convencionales, que en la actualidad se siguen utilizando en algunas regiones; así como los métodos modernos en los que existe equipo especializado tanto para pozos pequeños como en pozos profundos.

Basándonos en el resultado de los estudios geohidrológicos y geofísicos realizados, así como el recorrido de la zona por beneficiar, se puede elegir el tipo y capacidad del equipo para la construcción de pozos, así como el uso y la explotación del agua subterrá

nea.

El objetivo de esta investigación fué el de recopilar información sobre la perforación de pozos, el uso, el gasto y la calidad del agua en el Estado de Nuevo León.

Se revisaron tratados relacionados con el tema en bibliotecas y archivos de las diferentes dependencias; habiendo encontrado que en el Valle del Potosí se han realizado dichos estudios desde 1978, inclusive se cuenta en los archivos de la Comisión Nacional del Agua con datos muy completos de dicha región, realizados por la S.A.R.H. y una compañía particular (Técnicas Modernas de Ingeniería, S.A.).

I. Pozos Convencionales.

1.1. Métodos Manuales.

Este método es el más antiguo para las excavaciones de pozos, es utilizado cuando no hay equipo mecánico disponible y consiste en excavar los pozos a mano; es decir, mediante la acción física de uno o varios hombres picando y extrayendo el material desde el interior del pozo; los escombros son extraídos por medio de tornos, cubos y a mano. (Fig. 1).

Este hecho obliga a darle a la sección las dimensiones necesarias (generalmente no menos de 1.5m. - de diámetro de dimensión mínima, si un hombre ha de picar y cargar con relativa eficacia) y, en general, a disponer de un sistema de entibación (casi siempre de madera -sección rectangular- Fig. 2; o de ladrillo, entonces usualmente de sección circular. Fig. 3).

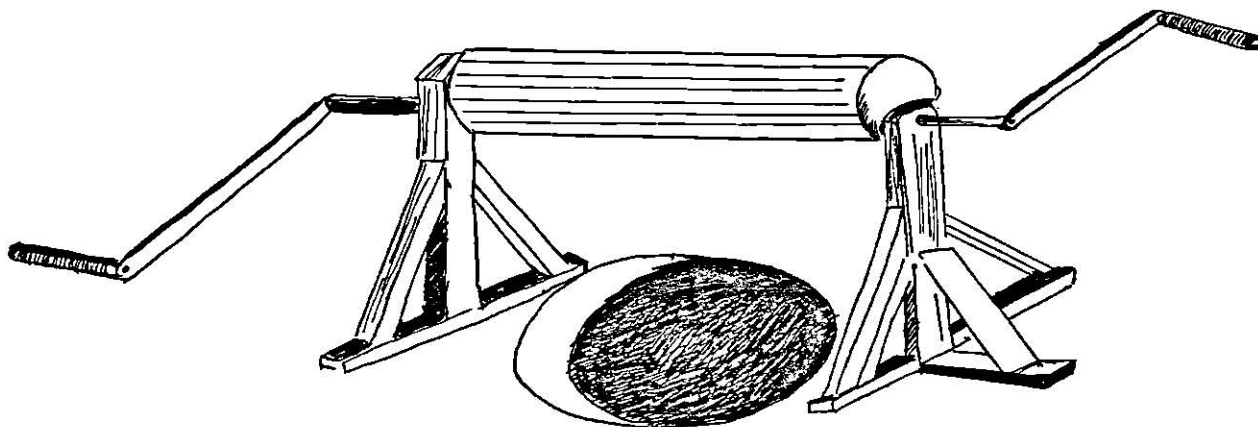


Fig. 1.- Torno manual para la extracción de materiales. (Benítez, 1972)

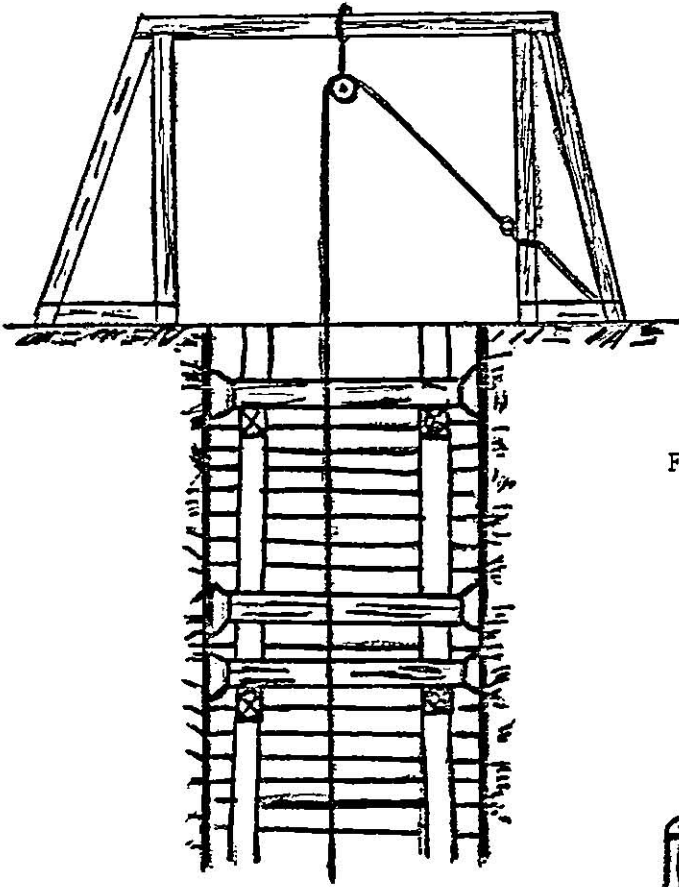


FIG. 2. Entibación de madera de un pozo de sección cuadrada. (Benitez, 1972).

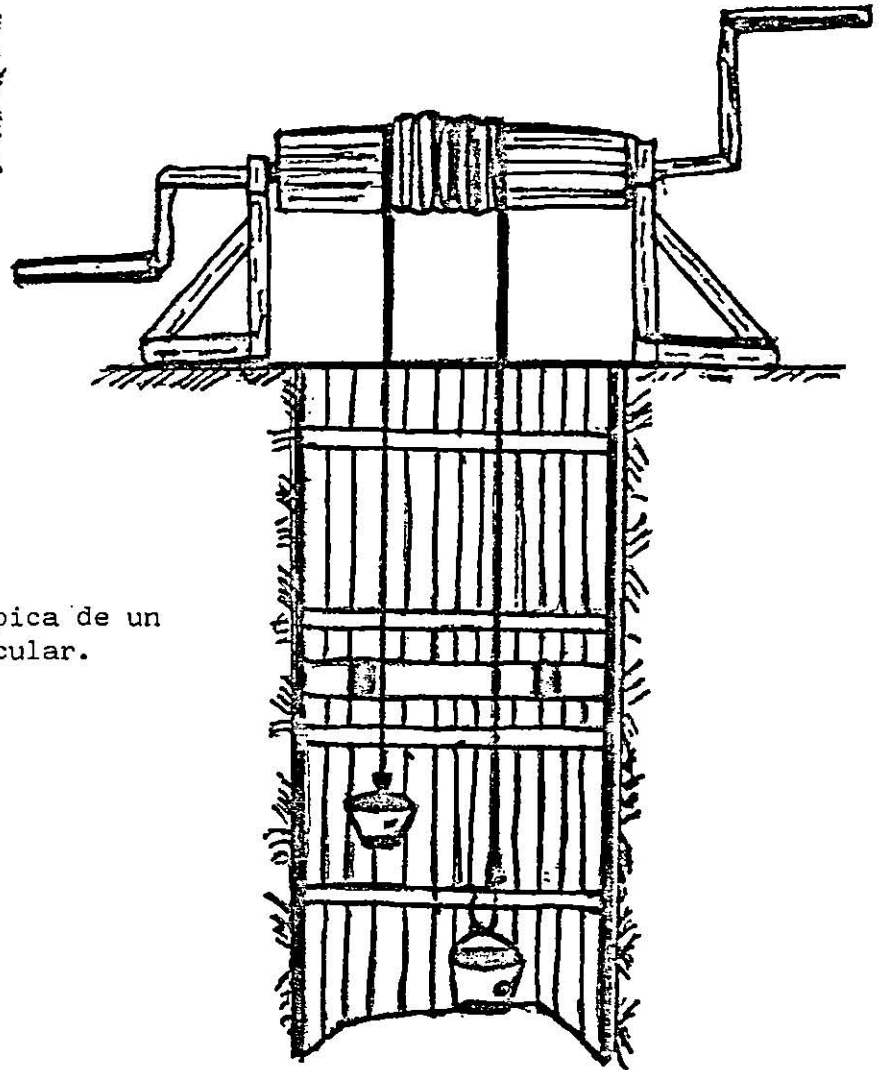


FIG. 3. Disposición típica de un pozo convencional circular. (Benitez, 1972).

Como elementos pioneros en la elevación del agua están tanto el tradicional cubo, manejado primero a mano y después con torno, como la noria de rosario - actuada generalmente con caballerías.

Se utilizaron después las primitivas bombas de pistón accionadas por energía animal y luego por máquinas de vapor.

En algunas comunidades rurales se ven todavía motores de viento perfeccionados para extraer el agua de pozos.

Entre los problemas que presenta este tipo de excavaciones están los siguientes:

1).- El gran espacio que se necesita para realizar el pozo.

2).- En la dificultad de la excavación a mano en cuanto se llega a la formación saturada.

3).- Los derrumbamientos de la entibación.

4).- La llegada a un manto artesiano que pueda proyectar a los poceros hacia arriba e incluso llenar-

el pozo conarena de los mantos interiores.

Debido a estos problemas no es muy recomendable usar métodos convencionales y sólo se utiliza en situaciones marginales, en donde haya abundancia de mano de obra, y para abastecer una casa particular o un pequeño huerto. (Benitez, 1972).

1.2. Métodos de Qanats.

Kovda citado por Hall (1979) reportó el uso extensivo de qanats como parte del sistema agrícola empleado en la provincia de Sinkiang al oeste de China.

Este método consiste en excavar una serie de norias profundas para establecer el nivel superior e inferior del acuífero, y entonces se procede a perforar una serie de tiros o pozos a intervalos de 80 a 100 m. de separación cerca de la parte superior del acuífero, y 10 a 20 m. de separación cerca de la parte inferior.

Entonces se cava un túnel de pendiente suave, de aproximadamente 2m. de alto y 1m. de ancho para conectar los tiros o pozos verticales. El agua colectada en este túnel se eleva hasta la superficie a un canal abierto. Todo lo que es generalmente visible sobre la superficie del desierto es una hilera de norias abier-

tas que bajan por la pendiente con un arroyo que fluye de la noria más abajo. Se dice que esta red de ganats en el oeste de China es tan extensa que se clasifica en importancia con la Gran Muralla de China. Los ganats se reportan que continúan siendo la fuente más importante de agua de riego en Sinkiang como hace dos -- décadas con 1500 de estos sistemas de cadenas de noria regando un total de 20,000 Ha.

II. Perforación de Pozos Pequeños.

2.1. El Barrenado.

Este método se emplea para pozos de diámetro pequeño, de aproximadamente 10cm.; se efectúa con barrenas para tierra accionadas manual o mecánicamente.

Se compone de un tubo con un mango de madera en un extremo y una punta con hojas curvas en la parte interior.(Fig. 4).

La perforación se inicia empujando las hojas de la punta hacia el suelo con un movimiento de rotación;- el giro se continúa hasta que la punta de la barrena se encuentre llena de material, se saca la barrena, se vacía y se vuelve a usar. A medida que se va profundizando se le va agregando tubería, los pozos de profundidad menor a 4 o 5 mts. no requiere más equipo que la barre-

na, sin embargo para pozos de mayor profundidad se emplea un trípode con una polea.

2.1.1. Barrena en espiral.

Ayuda a sacar las piedras o guijarros que se puedan encontrar al momento de estar perforando. Se coloca la barrena alrededor de la piedra y con movimientos rotatorios la piedra sube a la superficie. (Fig.5) (Gibsus, 1974)

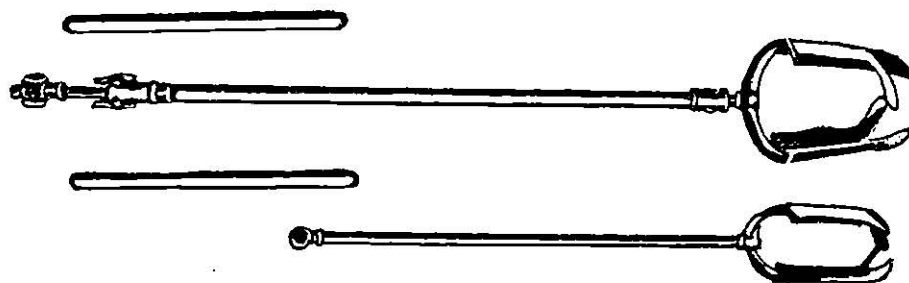


FIG. 4 Barrena (Gibsus, 1972)

2.2. De Hinca.

Entre los métodos de Hinca se encuentra el que utilizaban los indios (anillo o hinca). El cual consiste en la ejecución de un revestimiento cilíndrico, generalmente de hormigón y que inicialmente se constrúan en la superficie del terreno; se va hincando en el terreno mediante excavaciones en su interior. (fig.6).

Otro método de Hinca se realiza introduciendo en

el terreno una punta de poro ajustado al extremo exterior; la punta debe hundirse en el terreno hasta cierta profundidad en la formación acuífera y bajo la capa freática.

El equipo usado incluye un martillo de impulsión, una teja para hincar (para proteger el extremo de la tubería ascendente durante la operación) un tripode, una polea y una cuerda fuerte con o sin malacate.

La punta en el pozo se puede impulsar, bien sea por métodos manuales o con ayuda de maquinaria. (Fig. 7).

Cualquiera que sea el método de Hincar, primero se practica un agujero barrenando o cavando a una profundidad aproximada de 60 cm. o más. El agujero inicial debe ser vertical y ligeramente mayor en diámetro que la punta del pozo, ésta se inserta en el agujero y se hince a la profundidad deseada agregándose tramos de tubería según sea lo necesario. (Murcia, 1967).

2.3 De Chorro.

Este método se basa en el empleo de un chorro o corriente de alta velocidad de un líquido para perforar un agujero en el suelo. El chorro afloja los materiales del subsuelo, transportándolos hacia afuera del

pozo. Se puede ayudar con una barrena para mejorar el grado de corte.

El equipo utilizado consiste en un tripie hecho de tubería de hierro (2 pulgadas) en el cual se va a suspender el tubo de perforación y el trépano por medio de una polea o gancho y un cable. Se usa una presión de 3.5 a 5Kg. por cm^2 para impulsar el fluido de perforación.

Por lo general el fluido de perforación es agua simple. El método es bueno para suelos arenosos debido a la poca resistencia de las partículas del suelo para ser perforadas; pero cuando nos encontramos con arcillas duras o guijarros se presentan problemas. -- (Gibsus, 1974).

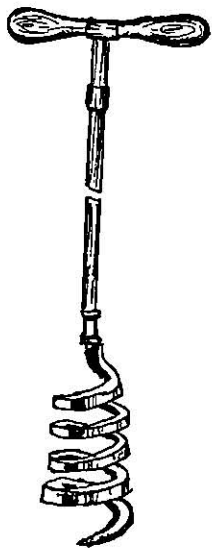


Fig. 5 Barrena Espiral
Gibsus 1974

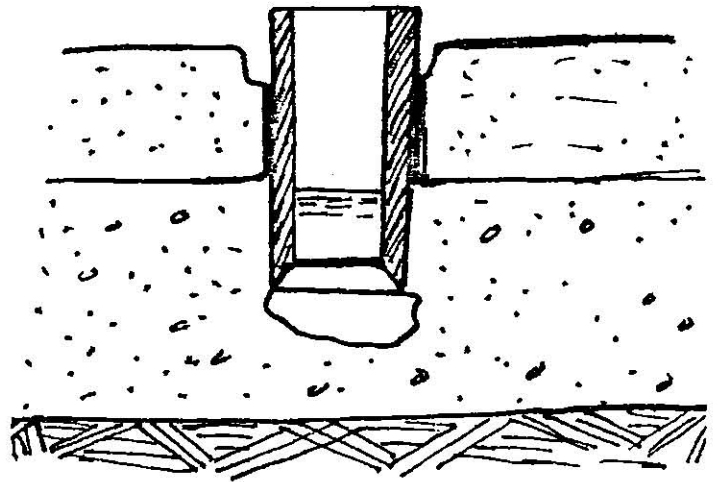


Fig. 6 Esquema Constructivo de un
Pozo Indio. Benitez, 1972

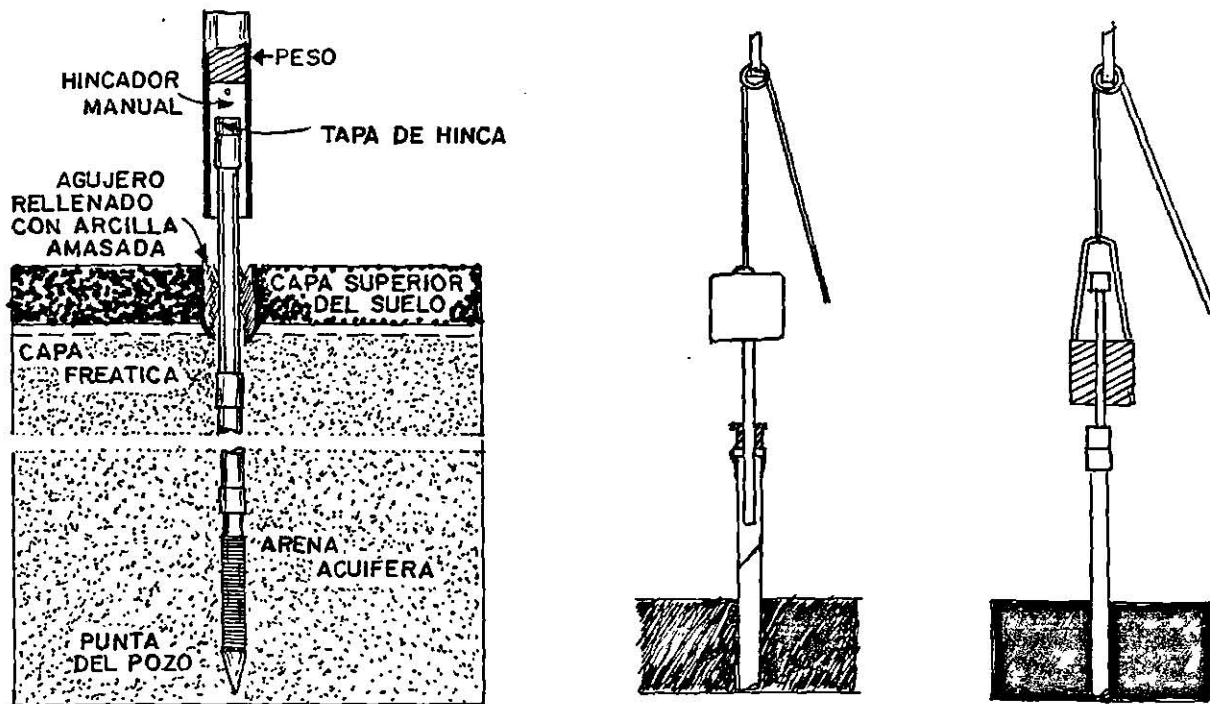


Fig. 7 Tipos de Hinca. (Gibsus, 1974)

III. Perforación de Pozos Profundos.

La perforación de pozos profundos, se puede definir como la horadación del terreno efectuada por medio de máquinas y herramienta mecánica a profundidades mayores.

En el caso de las aguas subterráneas, la perforación puede tener varias finalidades; el alumbramiento de las mismas con fines de riego de uso doméstico, abrevaderos e industriales. Los principales métodos para la perforación de este tipo de pozos son el de percusión, el neumático o rotatorio y el de perforación con aire.

3.1. Percusión.

El sistema de perforación mecánica por percusión, es uno de los más antiguos utilizados; ha recibido en los últimos tiempos aportaciones tecnológicas, con la creación de las modernas y potentes sondas actuales, que hacen de él uno de los sistemas más utilizados actualmente en la ejecución de pozos para captación de aguas subterráneas.

El concepto básico de la perforación por percusión es equivalente al del pico y la pala. Un elemento metálico que golpea y deshace la formación: pico o trépano, y un elemento que recoge el terreno triturado: pala o cuchara de válvula.

El equipo de perforación de percusión para captación de aguas además de la torre, consta de un bastidor en el que van dispuestos una serie de tambores o poleas mediante las cuales se accionan los cables precisos para las diversas operaciones de perforación, limpieza y entubado.

En la porción superior del mástil van dispuestas las poleas correspondientes, en muchos casos son dispositivos amortiguadores que favorecen el movimiento oscilante del útil perforador. Este movimiento es producto de un mecanismo biela-manivela que actúa sobre el cable de perforación (Fig.8). (Israelsen, 1976)

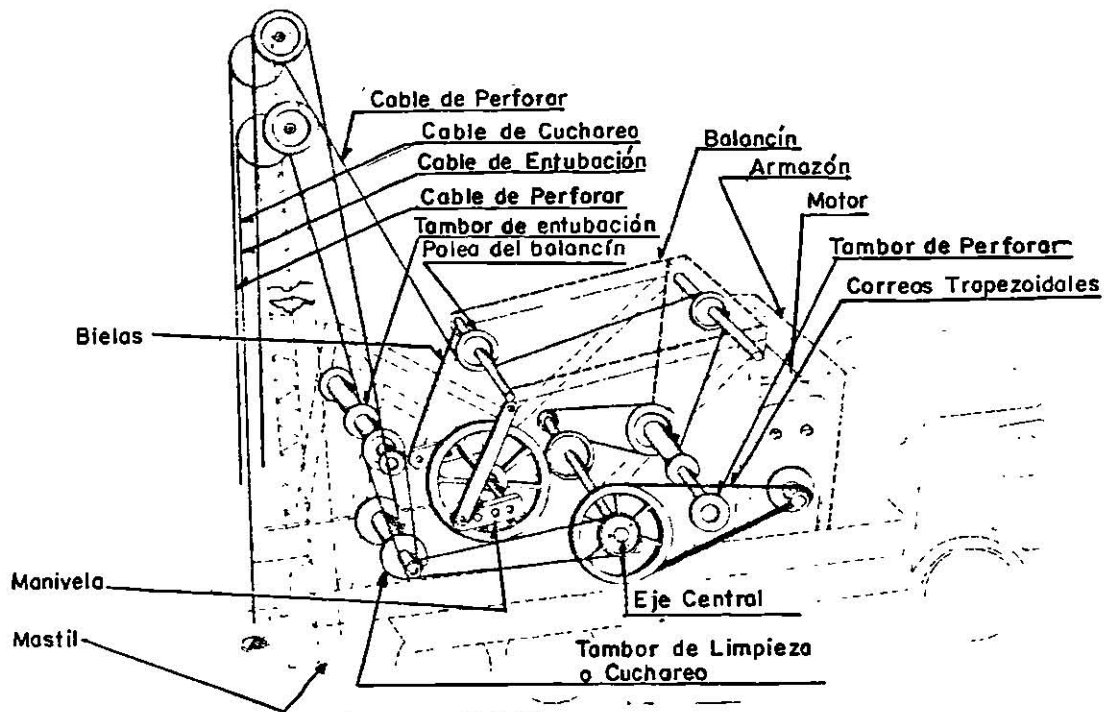


FIG. 8 Esquema de una sonda de percusión
(. Benitez, 1974)

La máquina y herramienta que se utiliza en este método tiene que cumplir las siguientes funciones:

a) Percusión.- Se consigue por la repetición - del ciclo de elevación y subsiguiente caída libre de - una sarta de herramientas compuesta de distinta forma.

b) Extracción de detritus o limpieza de sondeo Se hace con la cuchara de válvula y es preciso un mecanismo que permita, de forma rápida su descenso al fondo del sondeo y su elevación a la superficie.

c) Manejo de tubería y herramientas.- Se emplea para ello un aparejo con más o menos guarnes, se-

gún la importancia de los pasos que haya que manejar.

Método de Perforación.- Al comienzo de la perforación, las herramientas no han penetrado todavía en el terreno y están sobre la superficie por lo que su movimiento puede ser peligroso y se deben tomar precauciones. Es conveniente usar una guía en el mástil.

Si al comienzo el terreno es blando, conviene cavar con pala un agujero inicial de un metro aproximadamente de profundidad. Se llena el agujero de agua y se baja la herramienta comenzando la perforación. El balancín recibe su movimiento oscilando por medio de un mecanismo de biela.

Para comenzar en terrenos duros conviene colocar un trozo de tubo como guía. La perforación al comenzar debe llevar una velocidad pequeña hasta que se hayan obtenido un par de metros, entonces se puede aumentar la velocidad.

La altura de caída del trépano se regula alargando o acortando la longitud de la biela, y esta caída está en función de la dureza del terreno y la profundidad del fondo de la perforación. El método de percusión se puede utilizar para dos tipos de terrenos: formaciones rocosas consolidadas y poco consolidadas.

El rendimiento de la perforación está condiciona

do principalmente por los siguientes factores: La resistencia de la roca, el peso de la sarta de perforación, - la altura de caída de la misma, el diámetro del trépano, el número de golpes por minuto, la calidad y densidad de lodo acumulado en la perforación.

3.2. Rotatorio.

Muchos de los pozos profundos se perforan con el llamado "taladro rotativo". Un gran plato horizontal situado al pie de la torre de la perforación del pozo hace girar un gigantesco taladro en el extremo de un tubo de acero. Mientras el taladro realiza su labor de trituración a través de las capas subterráneas de roca, se hace descender un "barro" hecho con sustancias químicas, arcilla y agua por el agujero, forrándose éste con trozos de caño de acero que encajan el uno en el otro como partes de un telescopio. El barro del fondo portando fragmentos de roca triturada, se ve forzado a subir a la superficie, a medida que el taladro y los pedazos de caño bajan. Cuando se encuentra el agua, el taladro se saca con cuidado, - mientras que el barro restante impide que el agua brote. El agua puede ser utilizada al quedar instaladas en la boca del pozo las cañerías y válvulas adecuadas, junto con la bomba.

El equipo complementario de este sistema es: Torre

o mástil de perforación, una mesa rotatoria y una plataforma donde se instalan malacates con tambores para trabajos y cuchareo, una caja de transmisión de potencia.

La unidad deberá tener una toma de fuerza para transmitir la potencia de los motores a la bomba de lodos, a los tambores, a la mesa rotatoria y al sistema de alimentación de la presión descendente. Este puede ser reemplazado por el sistema de barras de peso, que ejerce la presión en la parte superior de la sarta de perforación.

3.3. Perforación con Aire.

La perforación con aire presenta como ventaja principal el obtener pozos limpios, ya que el acuífero nunca es dañado en sus características físicas (porosidad, permeabilidad, etc.) como puede suceder, cuando se emplean lodos de perforación.

Este sistema es básicamente igual al de perforación con lodos, excepto que la bomba se reemplaza por un compresor. Para perforar, se emplean barrenas tricónicas o martillos neumáticos con barrenas de botones de insertos de carburo de Tungsteno.

El aire, como cualquier flúido, sirve para levantar hasta la superficie los cortes de los materiales atravesados y enfriar la barrena; se recomienda su aplicación cuando se perforan rocas y formaciones compactas ya que una vez que se deja de ejercer la presión del aire; las formaciones sueltas y cavernosas pueden provocar - - derrumbes. Lo que no sucede cuando se usan lodos de perforación.

3.4. Martillo Neumático.

Este opera combinando los sistemas de percusión con el rotatorio; y se logra una gran penetración a cualquier profundidad, sin que existan pérdidas de energía, ya que el pistón del martillo transmite directamente sobre la barrena la acción percusiva y no a través de la sarta de perforación (independientemente de las ventajas que presenta para el control de la verticalidad del pozo) en virtud de la carrera corta y gran velocidad de impacto del martillo sobre los materiales. (S.R.H., Perforación de Pozos Profundos).

IV. Productividad y Calidad de un Pozo de Agua.

Se trata en general de los métodos que se usan en la perforación de pozos de agua; ahora, tocaremos un punto de interés, debido a que es de primordial importancia analizar los fenómenos que pueden reducir la capacidad y la calidad del flujo; ya que el éxito de la perforación de un pozo se mide de acuerdo a la magnitud del caudal de aportación de agua que se obtiene y la calidad para su uso.

4.1. Factores que Reducen la Productividad de un Pozo de Agua.

En general, puede decirse que el principal causante de estos factores, lo constituyen las partículas de arcilla que obturan parcial o totalmente los conductos formados entre los granos del manto acuífero. Estas partículas de arcilla pueden ser tanto las que se encuentran en forma natural en los acuíferos, como las que se emplean en la preparación de los lodos de perforación. A continuación, se describen los fenómenos que se pueden presentar:

a) Cuando el lodo está en contacto con el manto acuífero (por emplearse en la perforación o por permanecer en el pozo), se provoca un daño que puede aplicarse como sigue:

El lodo está constituido por arcillas y agua en la proporción necesaria para el levantamiento de recortes de la barrena y para la formación de un enjarre apropiado que mantenga en su lugar las paredes del pozo. Durante la formación del enjarre, se provoca la filtración del agua y la depositación de la arcilla sobre la pared; al ocurrir esto, en el manto acuífero se produce una reducción en la facilidad al flujo del agua en el medio poroso del acuífero; o como se conoce técnicamente, una reducción en la permeabilidad de la formación.

b) Las formaciones acuíferas generalmente están constituidas por capas de sedimentos de variada granulometría. Estos granos están cubiertos en su superficie por una película de material arcilloso de espesor variable. El espacio restante lo constituye la porosidad que es parcialmente donde está alojada el agua. Los poros pueden estar aislados o comunicados, constituyendo la permeabilidad del manto.

Es deseable por tanto, tener la mayor permeabilidad posible para facilitar el flujo del agua.

La partícula arcillosa afecta proporcionalmente más el conducto de comunicación entre los poros, que el volumen poroso mismo, por tanto, a mayor cantidad de arcilla -

en una formación, menor será la porosidad que tenga y -- menor la cantidad de agua que contenga y proporcionalmente mucho menor la facilidad de su flujo. Estas arcillas, por tanto, pueden eliminarse para aumentar la capacidad de flujo de la formación, o sea, para aumentar el gasto del pozo.

c) Durante el tiempo de operación del pozo, el -- agua proviene del acuífero arrastra hacia la vecindad -- del pozo partículas de arcilla que con el tiempo se van acumulando en las partes cercanas a la pared del pozo. -- Esto hace que se forme una zona de menor permeabilidad -- en la parte menos conveniente, puesto que es donde tiene que pasar todo el caudal de agua drenado radialmente -- por el pozo. (Pintado, 1974).

Otros de los factores son: los climáticos y los tipos de suelo de cada región que influyen en la productividad del pozo; mismos que sólo mencionaremos por no tener relación directa con el presente trabajo. (Benítez, 1974).

4.2 Calidad de Agua.

Las aguas subterráneas, en comparación con las -- aguas superficiales, son de mayor calidad bacteriológica

y de peor calidad química.

La mayor parte de las aguas subterráneas, contienen una proporción de sales disueltas relativamente elevadas, debido a los siguientes fenómenos:

a) Aguas subterráneas que provienen de las llamadas "fósiles"; por el hecho de haber estado éstas en -- contacto con los terrenos desde la formación geológica, hace que el contenido de sales de estas aguas sea muy - elevado.

b) Aguas subterráneas que pasan por rocas salitrosas, yacimientos de sales y gases de origen geológico - que aumentan la concentración de sales en el agua; y

c) La poca precipitación en la región tiene como consecuencia la concentración de sales en los mantos acuíferos.

La contaminación bacteriológica de las aguas subterráneas se debe a diferentes causas:

a) Aguas filtradas a través de un acuífero de poca profundidad y con gran permeabilidad, permite que - la contaminación superficial llegue al agua subterránea.

b) Corrientes subterráneas que pasan cerca de letrinas y que van a abastecer al pozo de agua. (Benítez, - 1974).

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se localiza en la porción sur-oriental del Estado de Nuevo León; queda una parte del extremo oriental de la zona dentro del Estado de Coahuila; los límites geográficos de la zona son: Los paralelos - - 24°30' a 25°15' de latitud Norte; y los meridianos 100°23' de longitud Oeste, como se puede apreciar en el plano.

La zona del estudio tiene una superficie aproximada de 4,380 Km², internamente se divide en 5 subcuencas - que son: El Cuije, El Carmen, El Potosí, San José de Raíces y Llano de la Soledad.

Los valles que forman las subcuencas tienen una forma alargada en dirección noroeste-sureste. El límite regional de la cuenca por el Norte constituye las Sierras del Bayonero y Pinal Alto; al Este limita con la Sierra del Potosí; hacia el Oeste quedan las Sierras de Tapanquillo, El Toro, Galindo, El Jabalí y La Tomita; al Sur queda delimitada el área por la Sierra de las Vigas.

Se encuentra comunicada el área de estudio por la carretera federal No. 57; la cual cruza longitudinalmente el área, se encuentra a 175 Km. de distancia de la ciudad de Monterrey y a 120 Km. de Saltillo; a la altura del poblado San Roberto; entronca la carretera No. 60 que comu-

nica con Galeana y Linares, N.L.

Dentro de la zona no hay comunicación por ferrocarril y existen pequeñas pistas para avionetas que efectúan la fumigación de los cultivos. La comunicación interna se realiza por medio caminos de terracería, transitables la mayoría de ellos durante todo el año.

En el estudio socio-económico de la P.E.A., en primer lugar se encuentran las actividades agropecuarias y en segundo lugar, el comercio y servicios.(4)

C l i m a t o l o g í a .

Precipitación: Los datos que se obtuvieron en diferentes estaciones climatológicas consideradas en la zona de estudio, presentó una precipitación anual del orden de 440 mm/año. En la parte sur del área se registran las menores láminas llovidas con un promedio de 330mm/año y en la parte Norte, los valores más altos con un promedio de 575 mm/año.

El período más importante de precipitación en el área se registra de fines del mes de Mayo a principios del mes de Octubre; durante este período, se efectúa el 65% del total anual llovido; en el mes más lluvioso, que es Septiembre, con una precipitación promedio de 79.5 mm, el menos lluvioso es Marzo con una lámina de precipita-

ción promedio de 15.1 mm.

Las curvas de igual lámina precipitada siguen - aproximadamente la misma dirección que los ejes longitudinales de la Sierra, lo que indica que el efecto fisiográfico de las cadenas montañosas, influyen en la distribución de la precipitación.

Temperatura: La temperatura media anual en la zona de estudio es de 16°C en el período de verano se registran las temperaturas más altas, y durante el invierno las más bajas.

Evaporación y Evapotranspiración: Las láminas de evaporación reportadas en las estaciones climatológicas indican valores de 1420.0mm/año, hasta 2150.0mm/año, -- con un promedio de 1648.00mm/año.

La evapotranspiración calculada para El Potosí, por el método de Blaney and Criddle, indica un valor de lámina evapotranspirada de 951.1 mm/año, de acuerdo con los datos proporcionados por la Unidad de Riego para el Desarrollo Rural.

Clima y Vegetación: El clima del área de estudio, de acuerdo con la clasificación de Koppen, modificado por Enriqueta García, indica que por su temperatu-

ra es semicálido, y por su humedad es semiárido (BSo).

Tiene un invierno frío, con temperaturas medias mensuales en este período, menores de 18°C (h).

El régimen de lluvia es de verano (w) y la oscilación de temperaturas a lo largo del año es extrema, dicha variación es de 7° a 14°C.

La vegetación que predomina corresponde a la -- del clima semiárido, esta vegetación no es abundante y es de tipo arbustiva, matorral y halofitas.

La vegetación arbustiva se encuentra en las partes altas de la Sierra, donde se encuentran: la gobernadora, palma, afinador, lechuguilla, guapilla, maguey, sotol, guayule y biznaga.

La vegetación de matorral está representada por huizachillo, mezquite, engordacabra, ocotillo, grajeño-diferentes tipos de nopal.

Con respecto a la vegetación halofita, se localiza sobre las partes bajas del área de estudio, es: -- guayacán, hojasen, zacatón, junco, tascate, chaparro amargoso y zacate galleta. (4)

F i s i o g r a f í a :

La zona de estudio queda comprendida en la Subprovincia de Fajas de Sierras y Llanuras que se encuen-

tra en el límite de la Sierra Madre y la Mesa Central, la cual se caracteriza por tener llanuras más amplias que la Subprovincia de Faja de Sierras y Valles, la proporción - aproximada que guardan las anchuras de sierras y llanuras es de dos a una.

El área en general presenta un drenaje consecuente originado en las partes altas de la sierra, convirtiéndose en corrientes subsecuentes, formando llanuras de - - inundación sin llegar a formar corrientes perennes debido a la alta infiltración y evaporación.

Las elevaciones más altas son las de las Sierras del Potosí y Pinal Alto, que pasan de los 3,000 msnm y -- las cotas más bajas en el valle son 1900 y 1850 msnm, des-- tacando las serranías bajas en el centro del valle atacadas por la erosión. (4)

Funcionamiento Cualitativo del Sistema Acuífero en el - - Area de Estudio.

El mecanismo de funcionamiento del sistema hidrológico subterráneo, de acuerdo con la compleja distribución geológica, es en cuanto a tres tipos de acuíferos en el área.

El primero, se localiza en las áreas de San José de Raíces y de Boca del Refugio. Este acuífero presenta - condiciones de mala calidad de agua subterránea debido a - que predomina el bicarbonato de calcio.

El segundo acuífero se detectó en el agua que - -
cula entre las fracturas y cavernas, es producto del a - -
carreo de las sierras circundantes, cuya calidad de agua -
estará en función del tipo de roca original.

El tercer acuífero está constituido por sedimen--
tos granulares de espesor variable; la calidad del agua -
subterránea se estima que en general es mala, predomina -
el sulfato de calcio.

La fuente principal de recarga a los acuíferos --
constituye la precipitación pluvial que se realiza sobre-
las sierras circundantes y valle central. El agua de llu-
via se infiltra entre las fisuras y queda en las rocas ca
lizas; las cuales afloran en grandes extensiones sobre la
sierra circundante del valle.

Los que presentan las mejores condiciones hidroló
gicas para aprovechar los recursos de agua subterránea, -
son principalmente la sierra del Potosí, Valle de San Pa-
blo, Sierra de la Esmeralda, El Tapanquillo y la Sierra -
Dulce; siendo los gastos máximos que pueden esperar en es
tas áreas, superiores a los 150 l./s. Sin embargo, se de-
be estimar gasto de 40 l/s a 70 l/s.

Existen otros afloramientos menores en las zonas-
de Puerto México, El Prado y, al norte de El Cuije, Sie--

rras: El Gateado, El Orégano, Santa Gertrudis, Galindo- en donde las posibilidades de encontrar gastos como los anteriores es más difícil, los caudales que se estiman- en estas áreas son en general inferiores a 30 l/s; y, - en ocasiones puede resultar totalmente nula la perfora- ción debido al escaso fracturamiento de la caliza; en - la Sierra del Muerto, un gasto 15 a 30 l/s. (4)

Características Generales de los Aprovechamientos.

Se censaron un total de 779 obras, de las cua-- les 715 son pozos, 60 norias y 4 manantiales. Se encon- traban activos 361 pozos, 40 norias y los 4 manantiales. Las obras restantes estaban inactivas por: falta de equiu po, azolvados, secos y sellados. Dicho estudio fué realiu zado en propiedades privadas, ejidales y federales.

Las profundidades son variadas, existe un rango- que va de 30 a 375 m. para pozos; y de 4.5 a 50 m. para- norias.

Los caudales de extracción instantánea van de -- 3 a 150 l/s para pozos; no se cuenta con datos en norias.

Los diámetros de descarga están comprendidos en- tre 1" y 12".

El uso que se da a los alumbramientos de agua -- subterránea es el siguiente: riego 80%; doméstico 8.7%;-

para abastecimiento de agua potable 6.8%; con fines de -
abrevadero 3.0% y el resto sin uso específico o sin uso.

Los datos del censo indica que a partir de 1938,
se inició la perforación de pozos profundos en esta zona
Esta actividad se fué incrementando paulatinamente; pero
ha sido más intensa en los últimos años y, por lo que se
ha observado con relación al nivelestático se apreció un
cambio considerado en los últimos años, y esto debido a-
la sobreexplotación que se tiene de los acuíferos.(4)

Cuadro 1: Registro de Agua del subsuelo por Municipio en el Estado de Nuevo León (Febrero 1991. Datos obtenidos en la Comisión Nacional de Agua).

No.	MUNICIPIO	No. Pozos	No.	MUNICIPIO	No. Pozos
01	Abasolo	25	27	Guadalupe	780
02	Aguaaleguas	24	28	Los Herreras	6
03	Los Aldamas	--	29	Hidalgo	62
04	Allende	74	30	Higueras	21
05	Anáhuac	6	31	Hualahuises	181
06	Apodaca	490	32	Iturbide	--
07	Aramberri	63	33	Juárez	325
08	Bustamante	19	34	Lampazos de Naranjo	37
09	Cadereyta	489	35	Linares	236
10	Carmen, Villa del	152	36	Marín	29
11	Cerralvo	31	37	Melchor Ocampo	--
12	Ciénega de Flores	246	38	Mier y Noriega	1
13	Colombia	--	39	Mina	84
14	China	5	40	Montemorelos	413
15	Dr. Arroyo	12	41	Monterrey	1336
16	Dr. Coss	--	42	Parás	15
17	Dr. González	30	43	Pesquería Chica	116
18	Galeana	451	44	Los Ramones	30
19	García, Villa de	193	45	Rayones	--
20	Garza García	519	46	Sabinas Hgo.	133
21	Gral. Bravo	8	47	Salinas Victoria	316
22	Gral. Escobedo	178	48	San Nicolás de los Garza	571
23	Gral. Terán	316	49	Santa Catarina	344
24	Gral. Treviño	6	50	Santiago, Villa	708
25	Gral. Zaragoza	2	51	Vallecillo	112
26	Gral. Zuazua	169	52	Villaldama	31

RESULTADOS Y DISCUSIONES

I.- Métodos de Perforación: Existen muchos métodos de perforación para pozos de agua y, con los adelantos tecnológicos de los últimos años, se ha avanzado aún más en este campo; pero en México se utiliza todavía el método manual para pozos de poca profundidad y el de percusión para pozos profundos, debido a que el territorio nacional cuenta con otras opciones para la obtención de agua (ríos, lagunas, presas, etc.). Sin embargo, en el caso particular de Nuevo León, por sus condiciones geológicas y climáticas, es necesaria la utilización de tecnología más avanzada para los sondeos y obtención del agua subterránea, misma que representaría una inversión muy costosa por lo que, buscando un mayor aprovechamiento de los recursos tecnológicos con que cuenta el país, se sugiere buscar el apoyo de dependencias gubernamentales -- que la poseen, como es el caso de PEMEX.

II.- Volumen de agua: El gasto del agua proporcionado en cada pozo no es posible considerarlo, dado -- que existe una gran variedad de volúmenes de agua en las diferentes zonas, por ejemplo, en el área rural se establecen los pozos cercanos a arroyos, ríos, lagos, lagunas, presas, etc., por lo que varían en relación a la -- época del año y las precipitaciones de la zona.

Además, varía también acorde a las necesidades del usuario, debido a que la apertura del pozo se realiza para diferentes fines, por lo que son diferentes las medidas tanto de profundidad como de ancho de cada pozo. La perforación de pozos se puede realizar para uso doméstico, uso agrícola, uso avícola, uso ganadero (abrevadero), para uso industrial y como agua potable en zonas urbanas.

III.- Cantidad de Perforaciones: En los últimos años se ha incrementado la cantidad de perforación de pozos en el Estado; como no se ha tenido un control sobre el uso del agua subterránea, no se cuenta con la cantidad de pozos reales, sólo con los registrados en la Comisión Nacional del Agua. (Cuadro 1).

IV.- Profundidad de Perforación: La profundidad de perforación depende de las condiciones geológicas de la zona. La profundidad autorizada dentro de la veda es de 100 mts.; siempre y cuando la zona no esté sobreexplotada, ya que entonces no se permiten nuevas perforaciones, un ejemplo es la zona del valle del Potosí comprendido entre Navidad, Raíces y Potosí, en donde no hay permisos de perforación para uso agrícola (riego).

Fuera de la veda, la profundidad depende de lo que quiera o desee perforar el usuario, pero no se considera redituable la perforación de pozos con una pro-

fundidad mayor de 50 mts.

V.- Calidad de Agua: El número de pozos con agua potable y con agua salada es difícil considerarlo dada la gran heterogeneidad de los suelos y subsuelos, y pudiéndose considerar además como otros factores el que existan los posibles yacimientos (en mayor o menor escala) de minerales dentro de los mismos.

Como conclusión general se establece la necesidad de dar mayor difusión a las investigaciones realizadas en esta área, ya que es la única manera en que se puede conseguir un beneficio para el campo. Considero que una forma de lograr esto sería el establecimiento de una comunicación real y efectiva entre todas las -- instituciones relacionadas con el campo, para no desaprovechar los logros obtenidos por cada una de ellas y darle continuidad a la investigación.

C O N C L U S I O N E S

A pesar de que existen muchos métodos de perforación de pozos; se sigue utilizando el método manual para pozos de poca profundidad y el de percusión en pozos profundos en el Estado de Nuevo León.

Existe una gran variedad de volúmenes de agua por pozo debido a: las distintas zonas del Estado, a las precipitaciones en las diferentes épocas del año y al uso que se le dá a ésta.

Como no se ha tenido un control sobre el uso del agua subterránea, es difícil contar con la cantidad real de perforaciones que existen en el Estado; se tienen sólo los registrados en la Comisión Nacional del Agua (Cuadro 1). La profundidad de la perforación depende de cada zona y del uso que se le dé al agua.

La calidad de agua varía por la gran heterogeneidad de los suelos y subsuelos que existen en una zona a otra.

Como conclusión general considero que debería -- existir más difusión de las investigaciones entre las instituciones relacionadas con el aspecto agropecuario, con el fin de aprovechar mejor los logros obtenidos en beneficio del campo.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Benitez, A., 1972. Captación de Agua Subterránea. DOSSAT, S.A., Madrid, España. pag. 359 a 427.
- 2.- Cambefort, H., 1975. Perforación y Sondeo. Ed. OMEGA, S.A., Barcelona, España.
- 3.- Carreira, F., 1968. Perforación a Percusión. Primer Seminario Sobre Técnicas Modernas para la Construcción de Pozos. C.E.I.A.A.-SGOP-INC., Barcelona, España, pag. 41 a 74.
- 4.- Comisión Nacional del Agua. 1991. Informes Preliminares del Estudio Integral de la Zona del Potosí, - N.L., Anexo II y Registros sin Publicar. Pino Suárez y Carlos Salazar, Monterrey, N.L., México.
- 5.- CONACYT. 1976. Tecnología Mexicana para Perforación de Pozos Petroleros. México.
- 6.- Custodio, E. y M. R., 1976. Hidrología Subterránea. Ed. OMEGA, S.A., Barcelona, España.
- 7.- Diccionario Enciclopédico Abreviado. 1965. ESPARSA-CALPE, S.A., Madrid, España. Tomo VI, pag. 737.
- 8.- Enciclopedia Cultural. 1968. Pozo y Pozos Artesianos. UTEHA. México. Tomo XIII, pag. 71 y 72.
- 9.- Fernández, R., 1965. Perforaciones. Publicación del Curso de Especialización en Transportes y Mecánica-del Suelo. Madrid, España.

- 10.- Gibson, U. P. y Singer, R.D., 1974. Manual de los Pozos Pequeños. LIMUSA. México.
- 11._ Hall, A.E., G.H. Cannell, and H.W. Lawton. 1979. - Agriculture in Semi-Arid Environments. Springer- - Verlog- Berlin Heidelberg. New York.
- 12.- Israelsen, W. O. y E. V. Hansen. 1973. Principios y- Aplicaciones del Riego. REVERTE, S.A., Barcelona, - España.
- 13.- Murcia, A., Viudas, 1967. Aguas Subterráneas. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. pags. 151 a - 162.
- 14.- Nueva Enciclopedia Temática. 1970. Agua en Casi Todas Partes. Ed. RICHARDS, S.A.,. Panamá. Tomo I. pag. 90 y 91.
- 15.- Pimienta, J., 1973. La Captación de Aguas Subterráneas. Ed. TECNICOS ASOCIADOS, S.A.,. Barcelona, España. pag. 130 a 156.
- 16.- Pintado, F., 1974. Algunos Factores que Reducen la- Productividad de un Pozo de Agua. C.F.E.
- 17.- Ruzic, N.,. 1968. El Mundo de la Ingeniería Civil.- H.H. SUCS., S.A.,. México.
- 18.- Sánchez, V.F.,. 1967. Perforación a Rotación. Aguas Subterráneas. Ed. CEAC, Madrid, España.
- 19.- S.R.H.,. 1975. Perforación de Pozos Profundos. Mé- xico, D. F., México.

10766

