

tencia se ponen cábricas prismáticas de cuatro lados y con alturas proporcionadas al trabajo que se va á ejecutar. A veces se suspende la cuerda al extremo de una palanca, con la cual se imprime movimiento de percusion á la cuerda y su instrumento.

Relacionados á las cábricas se ponen cilindros ó tornos para imprimir movimiento á las cuerdas, ó se hace uso de máquinas de vapor para este efecto.

Instrumentos perforadores.

Instrumentos perforadores.

Para atacar el terreno, se usan instrumentos que actúan por percusion ó por rotacion.

Para el primer caso citarémos el *trépano* que puede considerarse como una barra ó escoplo que golpea las rocas endurecidas. La Fig. 6 muestra un trépano acerado. Para que el efecto de estos instrumentos vaya siendo uniforme, al mismo tiempo que golpean el terreno se le va dando un movimiento giratorio. Diversas son las modificaciones que se han dado á los trépanos, y por consiguiente es variable su efecto; la figura que indicamos presenta un trépano sencillo.

Entre los instrumentos que actúan por rotacion debemos citar las *barrenas*, de las cuales se puede formar idea en la Fig. 8. Estos instrumentos sirven al mismo tiempo que para atacar el terreno, para sacar las tierras, sobre todo, si son arcillosas que se adhieren perfectamente á la cuchara. La abertura que dejan los labios de la barrena, así como la forma de su extremo libre, son variables, segun el terreno que se va á atacar con ellas.

Las *lenguas americanas*, Fig. 7, tienen su lámina torcida en la cual se pegan muy bien los detritus plásticos.

Se concibe que tubos dentados en su base, discos estriados, coronas con diamantes ó esmeriles, etc., obrarán con bastante energía, por medio del movimiento rotatorio. Tambien se emplean instrumentos, con las ramas en forma de hélice y que extraen los guijarros rodados y tambien los detritus despedazados por el trépano.

Instrumentos para sacar los detritus de las perforaciones.

Se acaba de mencionar el doble objeto de las barrenas y de algunos de los otros instrumentos rotatorios; pero los instrumentos esencialmente propios para sacar los detritus son las bombas. Consisten éstas en tubos que tienen válvulas en su extremo inferior, que permiten la entrada de los detritus, quedando encerrados en el interior del tubo; las válvulas son láminas planas ó cuerpos esféricos. El tamaño de las bombas varía segun el caso en que se aplican: la Fig. 9 muestra una bomba de válvula esférica. Después de que el trépano ha pulverizado cierto espacio del terreno, se mete la bomba para extraer los detritus: en las capas arenosas ó sueltas la sola bomba puede estar perforando y recibiendo los detritus. Los prácticos del país llaman *gurbia* á la cuchara, y con este nombre designan á la bomba.

Instrumentos para sacar los detritus de las perforaciones.

Útiles accesorios.

Entre éstos debemos citar, como muy importantes, las cabezas de sondas y los tallos de éstas. La Fig. 2 representa una cabeza de sondas de bastante uso: el anillo que tiene en la parte superior puede girar, siendo este mecanismo de la mayor importancia en la práctica. La Fig. 3 es una llave de suspension de sonda, y la núm. 4 es otra llave de madera, cuyas dos ramas se reúnen por tornillos, y sirve para sostener la columna de tubos con que se va ademandando el pozo. Los prácticos la llaman *collar*.

Útiles accesorios.

Los tallos de sonda, Fig. 5, tienen longitudes muy variables segun las necesidades de la práctica.

Existen tambien varios instrumentos destinados á regularizar y enderezar las paredes de los pozos y otros que sirven para sacar los instrumentos que pueden quedarse dentro de las perforaciones.

Dadas estas explicaciones sobre los instrumentos de sondeo, harémos una breve reseña de los sistemas anunciados.

Sistema chino.

Sistema chino. El sistema chino, el más antiguo y más usado, es sin duda el más expedito; pero no puede usarse de una manera enteramente general, atendidos algunos inconvenientes que presenta, sobre todo, tratándose de grandes profundidades, y tampoco puede aplicarse á toda clase de terrenos y de diámetros. Entre los inconvenientes más notables de este sistema, se citan: la facilidad de que se rompa la cuerda, quedando el instrumento en el pozo, y para extraerse se tendrían que usar aparatos aplicables solamente con barra rígida: la facilidad con que se deforma la sección del pozo y se pierde su verticalidad, siendo ambos inconvenientes de trascendencia: la lentitud del trabajo al atacar rocas consistentes.

Como se ve, este sistema debe usarse en determinadas circunstancias para evitar un mal resultado. En muchos de los pozos practicados en el Valle de México se ha usado con buen éxito el sistema chino, valiéndose de operarios muy hábiles que conducen el sondeo con toda perfección. Sobre todo, este sistema combinado con el de barra rígida, en los casos necesarios puede servir aun en profundidades regulares.

Sistema anglo-germánico.

Sistema anglo-germánico. A causa de los inconvenientes que se notan en el sistema anterior se inventó el de barra de fierro, cuyo sistema se llama anglo-germánico. En el extremo inferior del tallo formado por las barras, se coloca el instrumento con que se debe atacar el terreno, ya sea por rotación ó por percusión, ó de ambos modos segun las circunstancias lo requieran. Este sistema de barra rígida de fierro ofrece inconvenientes notables en grandes profun-

didades. La unión de las barras de fierro se hace por medio de tornillos, y tambien se puede reforzar con espigas.

Sistema prusiano.

Para salvar uno de los grandes inconvenientes del sistema anglo-aleman, como es el gran peso de las barras, se introdujo el sistema prusiano inventado por el consejero Oeynhausén, y que sustituye una gran parte de las barras de hierro por otras de madera, lográndose así que se aligere el peso del sistema. Mejorados despues los aparatos perforadores, el sistema prusiano sólo se usa en algunos casos para perforaciones que no pasen de 400 metros. La pieza más importante en este sistema es una corredera de hierro que separa las dos partes de la sonda.

Sistema prusiano.

Sistema frances de la Compañía Freminville.

La Compañía de Freminville puso en práctica el sistema de su nombre, encaminado á evitar los inconvenientes que ofrece el derrumbe de las paredes del pozo al estarse trabajando, á cuyo fin el útil queda constantemente en la base de una columna de garantía que descende con el instrumento: todo el sistema fué dispuesto muy ingeniosamente, y sin embargo no pudo generalizarse su uso, porque la fuerza de adherencia del tubo contra las paredes del pozo, puede llegar hasta impedir el descenso de la columna de ademe. Por este inconveniente habia necesidad algunas veces de reducir las dimensiones del tubo y del aparato. La Sociedad Freminville se disolvió al fin.

Sistema Freminville.

Sistema de sonda hueca.

Para utilizar las ventajas del sistema chino y las de la barra rígida, los Sres. Degousée y Laurent inventaron el sistema de sonda hueca, dentro de la cual se mueve el útil percutor, apro-

Sistema de sonda hueca.

vechando así la caída libre en el ataque del terreno y su sostenimiento en el caso de atravesar rocas sueltas ó heterogéneas. En este sistema se puede usar la percusión ó la rotación según fuere necesario; la caída del útil se efectúa por la acción de una tenaza que lleva el aparato.

Sistema Fauvelle.

Sistema Fauvelle.

El sistema Fauvelle utiliza también la sonda hueca, con el fin de introducir el agua impelida por una bomba, para que arroje al exterior los detritus de la excavación. Para este fin, el útil percutor es de mayor diámetro que la sonda, y por consiguiente queda un espacio entre ésta y las paredes del pozo: por medio de la bomba se impele el agua, y al ascender por el espacio vacío lleva los detritus de la excavación. Este sistema tiene las desventajas de exigir agua cerca del lugar donde se opera y no poder dar salida á toda clase de detritus.

Sistema Kind.

Sistema Kind.

El ingeniero Kind practicó el sondeo con barra rígida y caída libre á fin de operar con la mayor rapidez; la caída en este sistema se efectúa por el escape de un martinete. Mr. Kind ejecutó obras de grande importancia, como en Passy, y sin embargo este sistema no puede considerarse como de general aplicación en todos los casos.

Sistemas diversos empleados por Degousée y Laurent.

Sistemas diversos empleados por Degousée y Laurent.

Habiendo abarcado estos ingenieros en una escala tan grande la práctica de pozos artesianos, y con una larguísima experiencia en esa clase de trabajos, han ido perfeccionando y modificando diversos instrumentos para vencer las dificultades que en la práctica presenta determinado sistema de perforación. Por consiguiente, Degousée y Laurent adoptan tal ó cual clase

de instrumentos, según los terrenos en que ejecutan sus trabajos, variando conforme al cambio de las capas que perforan y también con relación á los diámetros y las profundidades.

Concluimos, pues, por referirnos á la obra de aquellos ingenieros para la práctica de las perforaciones, y en ella encontrarán los detalles necesarios los estudiantes de Geología que se hayan interesado en el resumen que hemos hecho sobre pozos artesianos, dándose solamente el carácter de una aplicación de las lecciones manifestadas sobre hidrología subterránea.

Práctica de la perforación.

Hecha la elección del lugar conforme á las reglas antes establecidas, se arma la cámbria, y en el punto central del terreno que le sirve de base, se hace allí un pozo, comun, en el cual se coloca el tubo de guía, que generalmente es un prisma de madera; una vez instalado éste en posición vertical perfecta, se da entrada á los aparatos perforadores. Cuando el terreno lo exige, se va metiendo una entubadura provisional para evitar los derrumbes, y obtenidas las aguas brotantes, se coloca el tubo de ademe ó de ascension que debe quedar en definitiva. Los tubos se introducen por percusión ó por simple resbalamiento, siendo mejor este sistema para poder sacarlos con facilidad si fuere necesario. La columna de tubos se va sosteniendo por medio de la llave ó collar núm. 4, y se van soldando ó clavando los tubos siguientes para formar una columna continua que vaya descendiendo en el pozo.

Práctica de la perforación.

Pozos artesianos en México.

En nuestro país, el Valle de México es la localidad donde se han hecho más perforaciones artesianas y con brillante resultado.

Pozos artesianos en México.

Según las noticias publicadas por el Sr. Orozco y Berra, en la Memoria para la Carta hidrográfica de México, 1864, hacia poco más de diez años, en aquella fecha que los Sres. Pane y Mol-

teni habian comenzado á abrir pozos artesianos en el Valle y ciudad de México, y por informes del mismo Sr. D. Sebastian Pane, en Mayo del año de 1857, tenia ya abiertos 144 pozos.

Por datos recogidos en el Gobierno del Distrito y publicados en la Memoria sobre las aguas potables de la ciudad de México, por el Sr. Dr. D. Antonio Peñafiel, habia en la ciudad, hasta el 4 de Abril de 1883, los siguientes pozos artesianos distribuidos del modo siguiente:

1ª Demarcacion de policía.....	24
2ª " " "	55
3ª " " "	61
4ª " " "	40
5ª " " "	40
6ª " " "	39
7ª " " "	47
8ª " " "	177

Suma..... 483

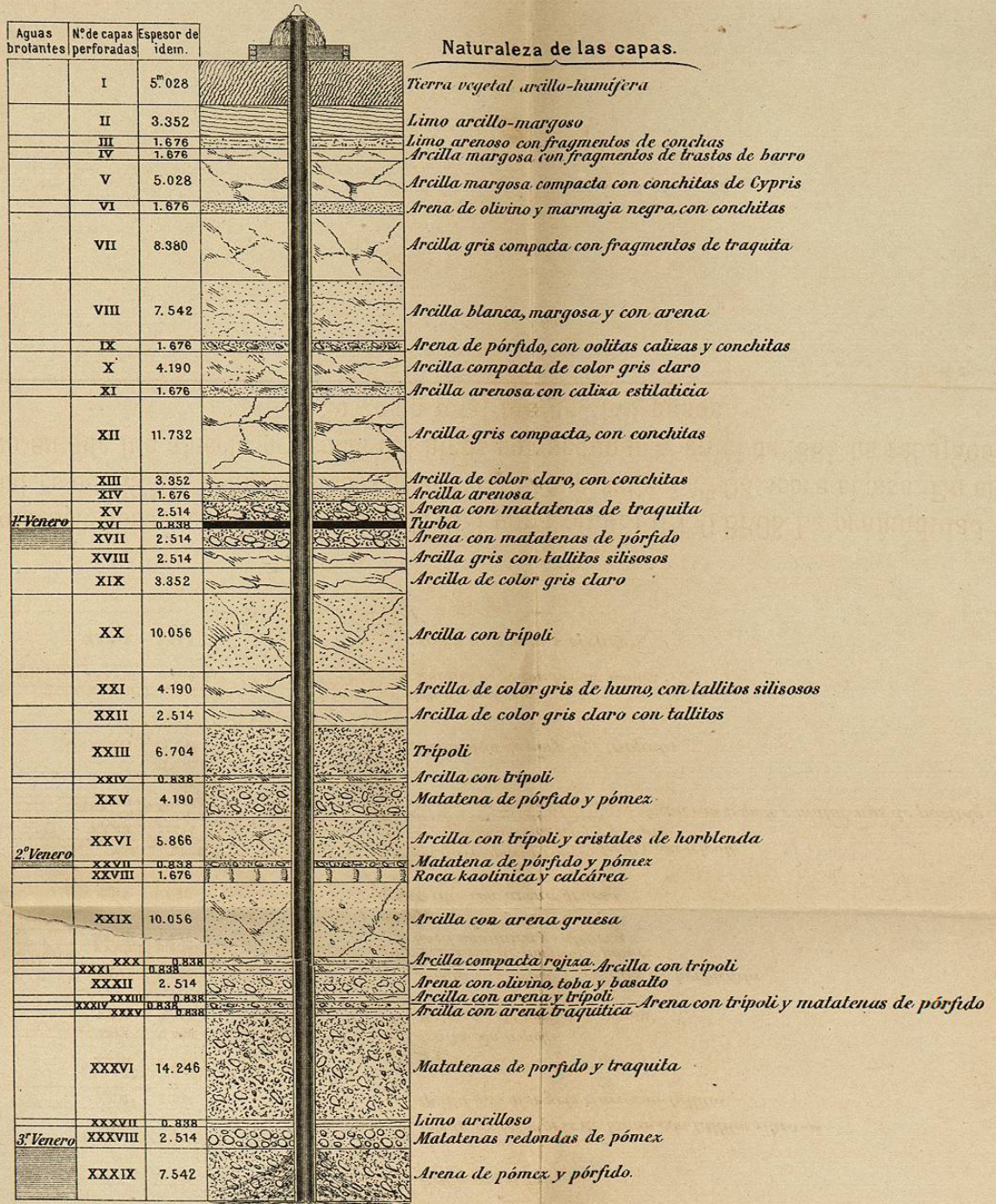
Estos datos demuestran las circunstancias favorables que presenta para la práctica de pozos brotantes el terreno en que se halla edificada la capital de México.

Adjuntamos una lámina que representa el corte que formamos del pozo abierto en la casa de Moneda, por el Sr. D. Ildefonso Bros, en el año de 1871. El corte se ha dibujado en vista de las tierras que el mismo Sr. Bros nos suministró.

Como se ve en la lámina adjunta, la perforacion alcanzó hasta la profundidad de 149^m16, y se pasaron 39 capas diferentes. Se encuentra en ellas la alternacion de capas permeables é impermeables que es necesaria para la existencia de aguas brotantes. En toda la serie atravesada se encuentran depósitos lacustres con alternativas de otros correspondientes á aguas corrientes.

Segun los datos que de ese pozo nos ha ministrado el ingeniero D. Ignacio Ortiz de Zárate, quien presencié la perfora-

CORTE DEL POZO ARTESIANO DE LA CASA DE MONEDA DE MÉXICO.



Nota: Este pozo fué abierto en el año de 1871 por D^o ILDEFONSO BROS. La profundidad total es de 149^m 16. Tiene tres tubos de fierro. El agua salta á 1^m 03 sobre el piso. En el año en que fué abierto producía 6.2 litros por segundo y en el de 1885 ha rebajado á 1.6. Su costo total fué de 3139 pesos.

cion, se cortaron tres veneros principales de agua brotante, á las profundidades de 62.1, 104 y 141 metros.

Las capas acuíferas están en los depósitos de arena con matenas ó fragmentos gruesos de roca porfídica, sobrepuesta á capas arcillosas.

Siguiendo esta regla, es probable que en la capa 9, á 34 metros, haya brotado agua, que por falta de fuerza necesaria para el ascenso, no apareceria sobre la superficie.

Segun los datos publicados en 1864, por el Sr. Dr. D. Leopoldo Rio de la Loza, y refiriéndose á un pozo abierto al N.O de la plaza mayor de México, la primera capa de agua que rebasó hasta la superficie, aunque sin salto, fué á 12^m34 y el pozo terminó en 64^m5, que viene á corresponder á la primera capa brotante del pozo de la casa de Moneda. Muchos perforadores se conforman en México con este primer venero, suspendiendo allí la perforacion. Segun me informa el Sr. D. Cárlos Pérez Rivas, en un pozo que hizo en el Hospital Militar, llegó hasta la profundidad de 234 metros.

Otros muchos pozos pueden citarse en el Valle de México, siendo notables el de la hacienda de la Condesa, cerca de Tacubaya, y algunos por el lado del Noroeste, cercanos á la ciudad.

Las aguas de los pozos artesianos del Valle de México son potables y de agradable sabor.

Insertamos en seguida el análisis que el sabio mexicano D. Leopoldo Rio de la Loza hizo del agua del pozo de Bucarelli.

AGUA DEL POZO ARTESIANO DE BUCARELLI.

Productos gaseosos:

Aire y oxígeno.....	13.15
Ácido carbónico.....	1.18
	<hr/>
Total c. c. por litro.....	14.33

Productos sólidos:

Carbonato de cal.....	0.01130
Carbonato de sosa.....	0.06949
Cloruro de potasio.....	0.00086
Cloruro de magnesio.....	0.00091
Silicato de sosa.....	0.08375
Silicato de potasa.....	0.01040
Siliza.....	0.04515
Alumina y fierro.....	0.00276
Materia orgánica, indicios.	

Total en gramos, por litro..... 0.22462

TEMPERATURAS Y GRADOS HIDROMÉTRICOS DE ALGUNOS POZOS
ARTESIANOS, DETERMINADOS POR EL DOCTOR DON ANTONIO PEÑAFIEL.

Pozo de la hacienda de la Condesa.

Temperatura: Promedio de observaciones en Febrero, 15°1. C.
Grado hidrométrico: Promedio de 20 análisis, 9°7.

Pozo de Chapultepec.

Temperatura: Promedio de observaciones en Febrero y Marzo, 15°5.
Grado hidrométrico: Promedio de 7 análisis, 6°.

Pozo de la Escuela Preparatoria.

Temperatura: Promedio de observaciones en Febrero, 15°6.
Grado hidrométrico: Promedio de 13 análisis, 3°1.

También en otras regiones del país, fuera del Valle de México, se han hecho perforaciones artesianas; pero no sabemos que hayan sido terminadas más que en el Estado de Guanajuato.

En Celaya hay varios pozos de buen caudal de agua y que se considera como termal, lo que hace que se hayan aplicado á establecimientos de baños y á riegos. Se han comenzado perforaciones artesianas en Jalisco, San Luis Potosí, Querétaro y Veracruz; pero no sabemos aún los resultados obtenidos.

CLASIFICACION DE LAS AGUAS.

Para completar el estudio de la hidrología, y á fin de que en las descripciones que un ingeniero agrónomo haga de una comarca se refiera igualmente á sus aguas, damos á conocer las principales clasificaciones, con lo que se uniformará el tecnicismo y podrán apreciarse con toda claridad las circunstancias que se mencionen en un informe.

Las aguas se dividen en:

Aguas dulces y saladas.

Potables y malas, crudas ó pesadas.

Minerales ó medicinales.

Frias, templadas y termales.

Las tres primeras subdivisiones se refieren á la composición de las aguas, es decir, á las proporciones y cantidades que contengan de materias minerales, y la última division, es alusiva á la temperatura que presenten en su origen, en su depósito ó en su curso.

Son aguas dulces aquellas que no tienen materias salinas en disolucion ó que solamente contienen cantidades pequeñas de esas sales; se llaman aguas saladas propiamente dichas, las que contienen proporciones muy notables de sales alcalinas y especialmente cloruro de sodio, como se observa en las aguas del mar y en algunas lagunas, esteros y aun en los rios y arroyos.

Esta clasificacion de aguas interesa mucho al agricultor, pues que las tierras regadas ó infiltradas por las aguas salinas, no

Clasificacion
de las aguas.

Cuatro grupos.

Aguas dulces.

Aguas saladas.