

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
 WASHINGTON, D. C. 20523
BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET

FOR AID USE ONLY
Batch 77

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY	Science and technology	TC00-0000-0000
	B. SECONDARY	Applications	

2. TITLE AND SUBTITLE

Manual de tecnologia para la comunidad, sect.1, pt.1: Aprovechamiento de los recursos hidraulicos

3. AUTHOR(S)

(101) Volunteers for Int. Technical Assistance, Mt. Rainier, Md.

4. DOCUMENT DATE	5. NUMBER OF PAGES	6. ARC NUMBER
------------------	--------------------	---------------

1970	40p. 69p.	ARC
------	----------------------	-----

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

VITA

8. SUPPLEMENTARY NOTES (Sponsoring Organization, Publishers, Availability)

(In English and Spanish; English, 75p.: PN-AAE-655)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER	11. PRICE OF DOCUMENT
PN-AAF-202	
12. DESCRIPTORS	13. PROJECT NUMBER
Water supply	
Water wells	14. CONTRACT NUMBER
Intermediate technology	CSD-2795 GTS
	15. TYPE OF DOCUMENT

CSD-2795 GTS
VITA PN-AAF-202

MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD

por los

OLUNTARIOS PARA LA ASISTENCIA TECNICA INTERNACIONAL

I. RECURSOS HIDRAULICOS

A. Aprovechamiento de los Recursos Hidraulicos



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (AID
MEXICO/BUENOS AIRES

Primera edición en español, 1972.

NOTA A ESTA EDICION

Esta publicación es traducción de VILLAGE TECHNOLOGY HANDBOOK, editada originalmente en Inglés por los Voluntarios para la asistencia técnica Internacional (1970). La presente edición la preparó el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Centro es una organización dedicada a la producción de versiones en español del material fílmico e impreso de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso. Este material es distribuido exclusivamente a través de las Misiones de A.I.D. en cada país latinoamericano.

Volumen I Edición de agosto de 1963 - Agotada.

Volumen II Edición de junio de 1964 - Agotada.

Edición revisada, impresa en mayo de 1970.

Edición en español impresa en junio de 1972.

Impreso en México por: Publicidad Artística Litográfica, S. A.

INDICE

Prólogo.....	V
Advertencia sobre el Uso de este Manual.....	V
¿Que es VITA?.....	VII
Símbolos y Abreviaturas utilizados en este libro.....	VIII
Cuestionario.....	IX
I. RECURSOS HIDRAULICOS	
A. <u>Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos</u>	3
Cómo obtener Agua subterránea de Pozos y Manantiales.....	3
Pozos entubados.....	11
Perforación de pozos en seco con cubo extractor.....	42
Hinca de pozos.....	43
Pozos Excavados.....	46
B. <u>Elevación y Transporte del Agua</u>	54
Transporte del Agua.....	54
Elevación del Agua.....	54
Bombas.....	55
C. <u>Almacenamiento de Agua y Fuerza Hidráulica</u>	97
Aprovechamiento de Manantiales.....	97
Cisternas.....	98
Elección del Sitio para una Presa.....	103
Transmisión de Energía por medio de un Alambre Oscilante.....	105
D. <u>Purificación del Agua</u>	111
Caldera para Agua Potable.....	113
Cloración de Agua Contaminada y Supercloración de pozos, Cajas para Manantial y Cisternas.....	115
Filtro de Arena.....	120
II. SALUD Y SANEAMIENTO	
A. Letrinas Sanitarias.....	159
B. Esquistosomiasis.....	159
III. AGRICULTURA	
A. Instrumentos para movimiento de tierra en obras de riego y construcción de caminos.....	167
B. Riego.....	191
C. Avicultura.....	219
D. Ensilaje para vacas lecheras.....	228
IV. ELABORACION Y CONSERVACION DE ALIMENTOS	
A. Conservación de alimentos en el hogar.....	235
B. Conservación de hortalizas y frutas para consumirlas en invierno.....	248
C. Cómo hacer salazón de pescado.....	252
V. CONSTRUCCION	
A. Construcción con hormigón.....	259
B. Construcción con bambú.....	272
C. Colas.....	284

VI. MEJORAMIENTO DEL HOGAR	
A. Calentador solar de agua.....	291
B. Máquinas lavadoras.....	293
C. Hornillas y hornos.....	296
D. Producción casera de jabón.....	307
E. Camas.....	310
VII. ARTESANIA E INDUSTRIA RURAL.....	319
VIII. COMUNICACIONES.	
A. Plumas para escribir de bambú o caña.....	331
B. Impresión con estarcido de seda.....	332
C. Pegamento de caucho poco costoso.....	336
APENDICE.....	339
Conversión de medidas de longitud.....	341
Conversión de temperaturas.....	344
Conversión de medidas de peso.....	343
Tablas de conversión.....	345

PROLOGO

El progreso es el resultado del dominio que ejerce el hombre sobre el mundo en que vive. El fin del MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD es ayudar a los aldeanos a hacerse dueños de los recursos de que disponen, mejorar sus propias vidas y llevar sus aldeas, con mayor plenitud, hacia la vida de las naciones de las cuales forman parte básica e importante.

El desarrollo de las aldeas adquiere especial importancia a la luz del hecho de que el 80 por ciento de los que viven en países de menor desarrollo habitan aldeas. Si el progreso ha de llegar a estas naciones, tiene que llegar a las aldeas.

La información técnica es un factor clave del progreso, junto con otros factores básicos: políticos, sociales y económicos. Este manual fue ideado por los voluntarios de VITA en 1962 como un medio de zanjar la "brecha de información técnica" que evita que las aldeas de todo el mundo aprendan de sus experiencias mutuas. El propósito de este libro es reunir en una sola publicación la información de muchas fuentes cuya valía ha sido comprobada en las aldeas.

El MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD fue publicado por vez primera por la Agencia para el Desarrollo Internacional, de los E.U.A., en dos volúmenes en 1963 y 1964. En la edi-

ción de 1970, los dos volúmenes originales han sido integrados en un solo libro, se ha dado mayor uniformidad a la edición, se ha agregado información nueva y las ilustraciones han sido mejoradas. Todo el manual ha sido revisado en cuanto a exactitud por especialistas voluntarios de VITA. Un nuevo rasgo de esta edición es haber incorporado información acerca de otras publicaciones que tratan detalladamente temas que aquí sólo se mencionan con brevedad. VITA proyecta continuar mejorando el manual en ediciones futuras para aumentar su utilidad como llave de la tecnología existente para los que trabajan en las aldeas.

La información de este manual proviene de muchas fuentes. VITA espera recibir una crítica positiva y nuevos informes provenientes de las mismas fuentes —y de otras. El cuestionario de la página (IX) fue creado para estimular dicha corriente de crítica e información. VITA someterá a prueba la nueva información y luego la divulgará entre los que la necesitan.

VITA agradece a la Agencia para el Desarrollo Internacional, de los E. U. A., el financiamiento de la revisión, y su valiosa ayuda al repasar su contenido. También da las gracias al Servicio Federal de Extensión, del Departamento de Agricultura de los E. U. A., por su asistencia al revisar la sección sobre "Mejoramiento del Hogar".

ADVERTENCIA SOBRE EL USO DE ESTE MANUAL

Este manual describe técnicas y dispositivos que pueden hacerse y emplearse en las aldeas. Es de esperarse que el libro fomente ideas nuevas y transmita conocimientos que ya han sido probados.

Algunos de los procedimientos aquí sugeridos pueden ser adoptados individualmente. Sin embargo, otros requerirán la cooperación de muchas personas y, quizá, organismos gubernamentales. En al-

gunos casos sería conveniente buscar servicios de extensión en su región. Si dispone de servicios locales de extensión por parte del gobierno o de universidades, en ellos podrán proporcionarle información adecuada a las condiciones locales. En algunos casos podría servir las necesidades comunes una cooperativa de ahorro y crédito o una cooperativa de consumo, de vivienda, de producción o de servicios. Se pueden obtener informes sobre cooperativas de ahorro y crédito en:

CUNA International, Inc.
World Extension Department
Box 431
Madison, Wisconsin 53701
U. S. A.

Se pueden obtener informes sobre cooperativas en:

The Cooperative League of the USA
Suite 1406
1012 14th Street, N.W.;
Washington, D.C. 20005

Agricultural Cooperative Development
International
Suite 1200
1430 K St., N. W.
Washington, D. C. 20005
U: S. A.

Cuando no se disponga de los materiales sugeridos en el manual, se podrán substituir por otros; pero tenga cuidado de hacer los cambios necesarios en las dimensiones que tales substituciones requieran.

Las dimensiones se proporcionan en unidades métricas en el texto y en las ilustraciones. Se proporcionan tablas de conversión en el apéndice.

Al final de cada anotación, y cuando sea pertinente se encontrará material de referencia, así como informes sobre dónde puede obtenerse. Cuando se refiera más generalmente al campo abarcado en una sección del libro, se encontrará al final de la sección. Si no puede usted obtener estas publicaciones, VITA podrá ayudarle.

Si tiene usted preguntas sobre los temas aquí presentados, si encuentra problemas al poner en ejecución las sugerencias del manual, o si tiene otros problemas de orden técnico, no vacile en solicitar la ayuda de Vita. Escriba a:

VITA
College Campus
Schenectady, New York 12308
E. U. A.

Para ayudar a los voluntarios de VITA a encontrar una solución apropiada a su problema lo más pronto posible, usted debe:

1. Especificar — proporcione medios, dibujos, o cuando sea posible fotografías.
2. Explicar cuáles materiales pueden obtenerse y qué límites de costo existen.
3. Describir la mejor solución, si la hay, encontrada en la región.
4. Explicar cualquier característica social o cultural pertinente.
5. Indicar el límite de fecha para actuar, sobre todo si se precisa una atención inmediata.
6. No esperar milagros en la primera contestación. El resolver los problemas con éxito a menudo requiere determinado número de cartas de ambas partes.

¿QUE ES VITA?

VITA fue fundada en 1959 como institución privada no lucrativa para poner a disposición de la esfera del desarrollo internacional un recurso único: los conocimientos ofrecidos voluntariamente por profesionales sumamente diestros en campos de especialización, cuyas carreras les impiden dedicarse de lleno a la asistencia técnica. La mira era desarrollar una organización que suplementara, sin duplicar los esfuerzos de otras organizaciones.

En 1971, los voluntarios de VITA, quienes residían en 76 países, sumaban más de 8,000, y más de 23,000 peticiones habían llegado al Servicio de Información de VITA, de individuos y organismos de todo el mundo en desarrollo. Las habilidades de los voluntarios abarcan todo el espectro de la tecnología, incluyendo las muchas ramas de la ingeniería, la ciencia, la educación y los negocios. VITA brinda a estos voluntarios la oportunidad de contribuir eficazmente en forma personal al desarrollo internacional, dejándoles hacerse cargo de las peticiones de orden técnico. Han llegado solicitudes de consejo desde poblados, voluntarios para el mejoramiento de la comunidad, agricultores, propietarios de pequeños negocios, y miembros de las dependencias nacionales e internacionales, públicas y

privadas para la asistencia técnica.

La experiencia de VITA por medio de su Servicio de Información dio a conocer el hecho de que determinadas necesidades de información eran compartidas por muchas personas. Esto llevó al comienzo del Programa de Publicaciones de VITA, del cual el MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD ha sido un esfuerzo importante. Para suplementar este libro está la serie de Manuales Técnicos de VITA, folletos sobre "cómo hacerlo", que abarcan temas tales como el empleo de la Prensa para Bloques CINVA-RAM, la fabricación de ladrillos y la creación de pequeñas instalaciones de fuerza hidráulica. Hay una lista de publicaciones para quienes la soliciten.

Como extensión lógica de los principios y métodos de la transferencia de tecnología de VITA, se están formando grupos, en varios países, que proporcionan asistencia técnica por medio de especialistas voluntarios locales, VITA colabora con estos grupos dentro de una red de intercambio de tecnología.

VITA es financiada por contribuciones de particulares fundaciones y empresas industriales, y por subvenciones gubernamentales.

**SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS
UTILIZADOS EN ESTE LIBRO**

C	.....en, al
C	.....grados Celsius (Centígrados)
cc	.....centímetros cúbicos
cm	.....centímetro
cm/seg.	.....centímetros por segundo
d o dia.	.....diámetro
F	.....grados Fahrenheit
gm.	.....gramo
HP	.....caballos de fuerza
kg	.....kilogramo
km	.....kilómetro
l	.....litro
lpm	.....litros por minuto
l/seg	.....litros por segundo
m	.....metro
ml	.....mililitros
mm	.....milímetros
m/m	.....milímetros por minuto
m/seg	.....milímetros por segundo
ppm	.....partes por millón
R	.....radio

CUESTIONARIO

AVISO AL LECTOR: Las publicaciones de VITA son recopiladas por los voluntarios de esta organización en su deseo de ayudar a las personas de las regiones en desarrollo. Con su experiencia práctica, usted está en una posición privilegiada para poder aumentar los efectos benéficos de esta labor, compartiendo lo que ha aprendido con las personas que harán uso de esta publicación en el futuro. Le rogamos que llene el siguiente cuestionario (empleando hojas adicionales si es preciso), lo recorte y lo envíe a:

VITA

College Campus

Schenectady, N. Y. 12308 .

E. U. A.

Nombre Fecha

Dirección Organización

.....

1. ¿Encontró el MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD útil, demasiado sencillo, demasiado complicado, incompleto?
2. ¿Cuáles indicaciones del manual ha puesto en práctica?
3. ¿Han sido buenos los resultados, o no?
4. ¿Ha hecho usted mejoras o modificaciones a cualquiera de los dispositivos o a las técnicas? Si es así, por favor descríbalas, incluyendo fotografías o dibujos si es posible.
5. ¿Ha inventado usted algún equipo nuevo o técnicas nuevas no incluidas en el manual y que podrían ser de utilidad para otros? Si es así, por favor descríbalas.
6. OTROS COMENTARIOS Y SUGESTIONES:

Aprovechamiento de los recursos hidráulicos

Hay tres fuentes principales de agua para sistemas pequeños de abastecimiento: el agua del subsuelo, el agua de la superficie y el agua de lluvia. A continuación, se describen los métodos para obtener agua de estas tres fuentes:

1. Obtención de agua del subsuelo en pozos y manantiales.
2. Construcción de presas chicas para almacenar el agua de la superficie terrestre.
3. Almacenamiento del agua de lluvia en cisternas.

La elección de la fuente de agua depende de las circunstancias locales. Un estudio de la región

debe realizarse para determinar cuál fuente puede proporcionar mejor agua que sea (1) segura y sana (2) fácil de obtenerse y (3) en cantidad suficiente.

Una vez que se dispone del agua, debe ser traída de donde se encuentre hasta donde se necesite, y se deben tomar medidas para asegurarse de que sea pura. Se tratan estos temas en los capítulos sobre:

Elevación del Agua
Transporte del Agua
Purificación del Agua

Una sección complementaria sobre Cómo Hacer Mapas da indicaciones que serán de utilidad en proyectos de riego y de drenaje.

COMO OBTENER AGUA SUBTERRANEA DE POZOS Y MANANTIALES

Este capítulo explica lo relativo al agua del subsuelo y enseguida describe diversos métodos para almacenar dicha agua:

1. Pozos entubados
 - a. Entubado y plataformas
 - b. Equipo de perforación a mano
 - c. Perforación de pozos
2. Pozos Excavados
3. Aprovechamiento de Manantiales

Agua del subsuelo

El agua del subsuelo es agua bajo la superficie de la tierra que llena pequeñas aberturas (poros) en sedimentos sueltos (tales como arena y grava) o en la roca. Por ejemplo, si tomamos un recipiente transparente de vidrio, lo llenamos de

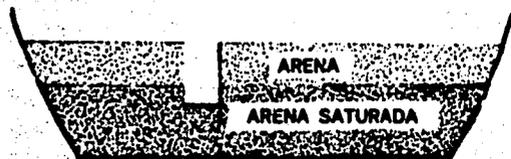


FIGURA 1

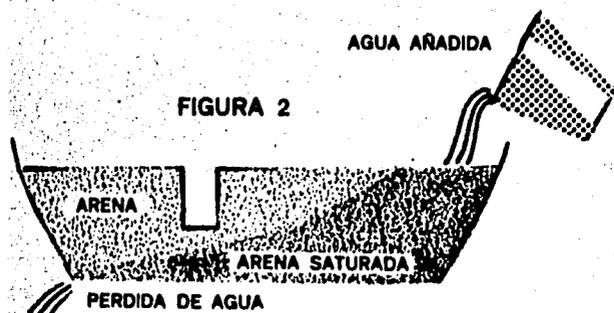
arena, y luego vertemos agua en su interior, veremos cómo el agua "desaparece" dentro de la arena (véase la fig. 1). Sin embargo, si miramos por el lado del recipiente, veremos agua en la arena, pero bajo la superficie de la misma. Se dice entonces que la arena que contiene el agua está saturada. La parte superior de la arena saturada se llama la **capa acuífera**; es el nivel del agua en la arena. El agua bajo la capa acuífera es agua auténtica de subsuelo disponible (por bombeo) para el consumo humano. Hay agua bajo el suelo que queda arriba de la capa acuífera, pero no fluye hacia el interior de un pozo y no puede obtenerse por bombeo para ser utilizada.

Si insertamos una paja dentro de la arena saturada en el recipiente de la Fig. 1 y succionamos, obtendremos algo de agua (al comienzo algo de arena también). Si succionamos bastante tiempo, la capa acuífera o nivel hidrostático descenderá hacia el fondo del recipiente. Esto es exactamente lo que sucede cuando el agua es bombeada de un pozo excavado más abajo que la capa acuífera.

Los dos factores básicos para la existencia del agua de subsuelo son: (1) la presencia del agua, y (2) un medio para "albergarla". La naturaleza proporciona el agua principalmente por precipita-

ción (lluvia y nieve), y en segundo término, por medio de las extensiones superficiales de agua (ríos y lagos). El medio de la roca porosa o los sedimentos sueltos.

El depósito más abundante de agua de subsuelo se encuentra en las arenas y en la grava suelta del lecho de los ríos. Aquí por lo general la capa acuífera es paralela a la superficie terrestre, o sea, que la profundidad hasta dicha capa es constante de ordinario. Sin contar cualquier cambio radical en el clima, el estado natural del agua de subsuelo es bastante uniforme y equilibrado. En la Fig. 2, el agua vertida dentro del recipiente (que equivale a la precipitación) queda equilibrada por la pérdida del agua que se descarga del recipiente por el extremo inferior (análogo a la descarga en un arroyo). Este movimiento del agua de subsuelo es lento, por lo general de unos centímetros o pulgadas por día.



Cuando la capa freática intersecta la superficie del suelo, se forman manantiales o pantanos. Ver Fig. 3.) Durante una temporada notablemente lluviosa, la capa acuífera se acercará mucho más a lo que normalmente lo hace a la superficie del suelo y muchos manantiales nuevos o regiones pantanosas aparecerán. Por el contrario, durante una temporada particularmente seca el nivel hidrostático descenderá más allá de lo normal y muchos manantiales quedarán sin agua. Asimismo, muchos pozos de poca profundidad "se secarán".

El flujo del agua hacia los pozos

Un pozo recién excavado se llena de agua hasta alrededor de un metro de profundidad, pero después de algún bombeo continuo se seca. ¿Habría fallado el pozo? ¿Habría sido excavado en un sitio indebido? Lo más probable es que esté usted presenciando el fenómeno del descenso un efecto que todo pozo produce en la capa freática, (ver Fig. 4).

A causa de que el agua fluye por los sedimentos con lentitud, casi cualquier pozo puede ser bombeado hasta quedar temporalmente seco si se bombea lo suficientemente aprisa. Cualquier bombeo hará descender el nivel del agua en cierto grado, en la forma que muestra la figura 4. Solamente se crea un problema grave si el descenso debido al uso normal hace retroceder la capa acuífera abajo del nivel del pozo.

Cuando el pozo ha sido excavado alrededor de un metro más abajo del nivel hidrostático, debe bombearse más o menos al régimen en que se proyecta usarlo para ver si el flujo hacia adentro del pozo es adecuado. Si no es suficiente, puede haber formas de mejorarlo. El excavar el pozo para hacerlo más profundo o más ancho no solamente cortará más capas portadoras de agua para permitir un flujo mayor hacia el pozo sino que permitirá almacenar una cantidad mayor del agua que pueda colarse hacia adentro durante la noche. Si el pozo aún no es adecuado y no es posible hacerlo más profundo, se puede ensanchar aún más, quizá alargándolo en una dirección, o se pueden excavar más pozos. Si es posible hacerlo sin riesgo, otro método es el de cavar túneles horizontales que partan del fondo del pozo. La meta de todos estos métodos es interconectar más capas acuíferas, para que el pozo produzca más agua sin hacer descender la capa freática hasta el fondo del mismo.

Dónde excavar un pozo

Cuatro factores importantes para tomarse en consideración al seleccionar el sitio para un pozo son:

1. La Cercanía al Agua de la Superficie
2. Topografía
3. Tipo de Sedimentos
4. La Cercanía a Posibles Contaminaciones

1. La cercanía al agua de la superficie

Si existe agua superficial en los alrededores, tal como un lago o río, proyecta el pozo lo más cercano posible de él. Es probable que sirva de abastecimiento de agua y evite que el nivel hidrostático descienda tanto como lo haría sin dicha extensión de agua. Esto no siempre es satisfactorio, sin embargo, puesto que los lagos y las aguas de movimiento lento por lo general tienen cieno y lama en el fondo, lo cual evita que el agua penetre en el suelo con rapidez.

Podría parecer insensato el excavar un pozo cerca de un río, pero de la acción filtradora del suelo resultará agua más limpia y más libre de bacterias. También podría estar más fría que el agua superficial. Si el nivel del río fluctúa durante el año, un pozo proporcionará agua más limpia (que un arroyuelo) durante el período de inundaciones, aunque el agua del subsuelo a menudo se ensucia durante y después de una inundación; un

pozo también dará agua con más seguridad que un río durante el tiempo de sequía, cuando el nivel de agua pueda descender más allá del lecho del río. Este sistema de aprovisionamiento de agua es utilizado por algunas ciudades: se perfora un pozo grande próximo a un lago o río y se escavan túneles horizontales para aumentar la corriente.

Los pozos cercanos al océano, y especialmente aquéllos en las islas, pueden tener no solamente

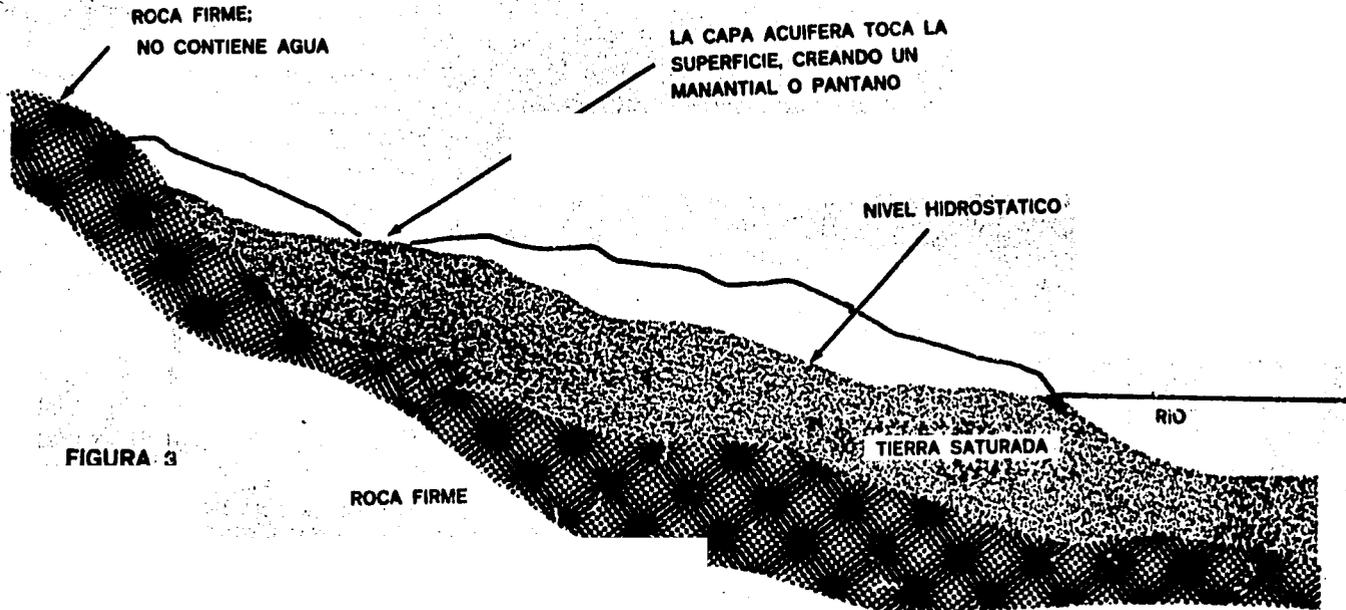


FIGURA 3

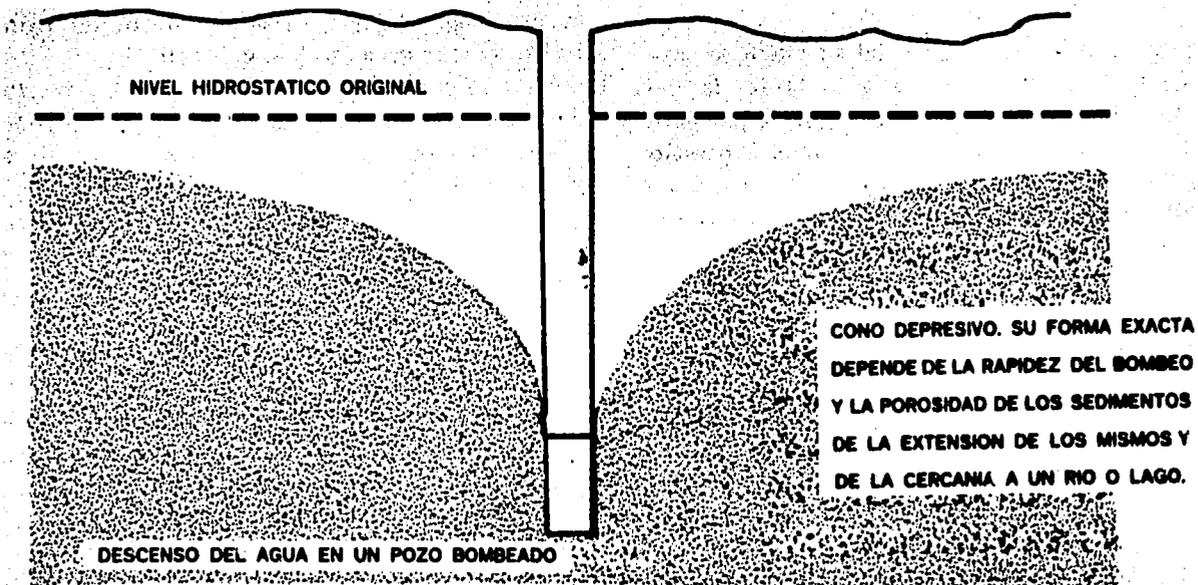
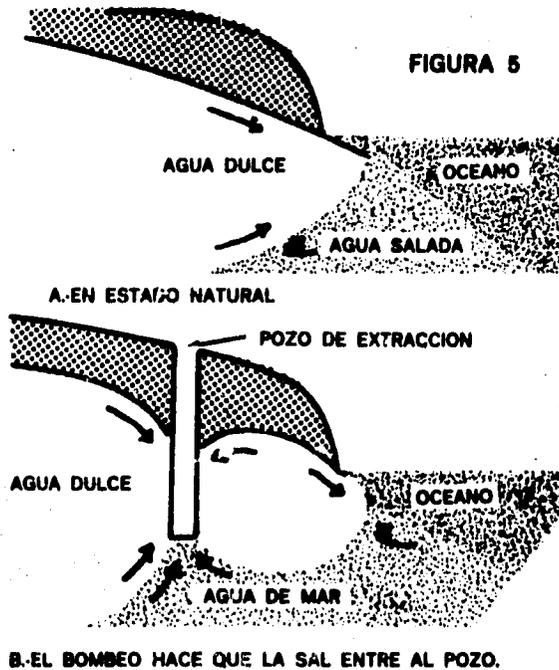


FIGURA 4

problema del descenso sino también el de la intrusión de agua salada. La línea límite subterránea entre el agua dulce y el agua de mar se inclina tierra dentro: Debido a que el agua salada es más pesada que el agua dulce, fluye debajo de ésta. Si se hace uso excesivo de un pozo cercano a la playa, el agua de mar puede invadir el pozo como lo muestra la figura 5. Esto no debe suceder en pozos de los cuales se extrae una cantidad moderada de agua.



2. Topografía

Siendo un líquido, el agua del subsuelo se concentra en las regiones bajas. Por lo tanto, la depresión más baja del suelo es el mejor lugar para perforar o excavar. Si su región es plana o presenta una inclinación constante, y no hay agua de superficie en ella, cualquier lugar es igualmente bueno para comenzar a perforar o a escavar. Si la región es montuosa, los fondos de las cuencas son el mejor sitio para buscar agua.

Usted ha de saber de alguna región montuosa con un manantial en el costado de alguna colina. Tal manantial podría ser el resultado del movimiento del agua a través de un estrato de roca porosa o de una sección fracturada de la roca sólida. Estas características pueden señalar buenas fuentes de agua. Si puede usted ver estratos de roca que sobresalen del lado de una colina, ya podrá imaginarse dónde se puede encontrar un estrato acuífero

si excava hacia abajo desde algún sitio más alto de la colina. Esto se debe a que la mayoría de los estratos se prolonga por distancias cortas.

3. Tipos de sedimento

El agua del subsuelo se encuentra en rocas porosas y fracturadas de los sedimentos. La grava, la arena y la piedra arenisca son más porosas que la arcilla, que la pizarra entera y que el granito o "roca dura".

La Fig. 6 muestra de una manera general la relación entre las existencias de agua subterránea (expresadas en términos de la producción típica de un pozo) y el material geológico (sedimentos y varias clases de roca). Al planear el rendimiento necesario de un pozo para el riego del campo, una buena regla sencilla para climas semiáridos —una precipitación de 38 cm. por año— es la de un pozo de 1500 a 1900 litros por minuto, el cual irrigará alrededor de 65 hectáreas durante unos seis meses. En la Fig. 6 podemos apreciar que los pozos en los sedimentos son por lo general más que adecuados. Sin embargo, se puede obtener suficiente agua subterránea de la roca, si es preciso, excavando varios pozos. El agua más profunda es generalmente de mejor calidad. El agua de pozos poco profundos es generalmente más dura que la de los depósitos en la roca; esto puede ser de importancia para hospitales y algunas industrias.

La arena y la grava son normalmente porosas y la arcilla no lo es, pero la arena y la grava pueden contener cantidades variables de cieno y barro que reducen su capacidad para llevar agua. La única forma de conocer el rendimiento de un sedimento es excavar un pozo y bombearlo.

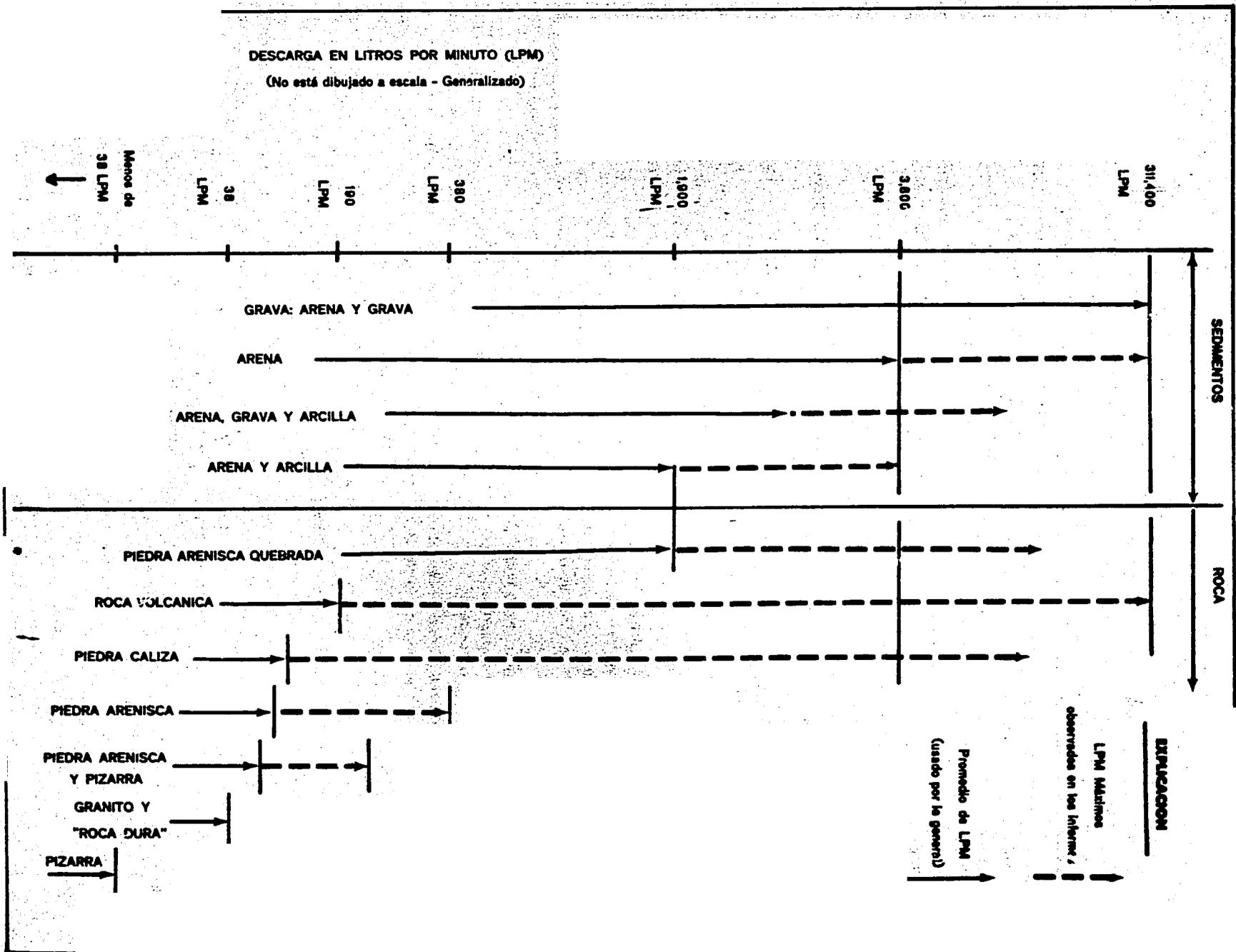
Al excavar un pozo, guíese por los resultados de pozos cercanos, por los efectos que las fluctuaciones estacionales tienen sobre los pozos cercanos, y esté pendiente de los sedimentos en su pozo conforme lo van excavando. En muchos casos verá usted que los sedimentos se encuentran en estratos, algunos porosos y otros no. Podría usted predecir el sitio donde llegará al agua comparando la estratificación de su pozo con la de los pozos cercanos.

Las figuras 7, 8 y 9 describen varias combinaciones de los sedimentos y proporcionan indicaciones sobre cuán profundo se debe excavar un pozo.

4. Cercanía a los contaminantes.

Si hay contaminantes en el agua del subsuelo, viajarán con ella. Por lo mismo, un pozo debería

FIGURA 6 DISPONIBILIDAD DEL AGUA DE SUBSUELO EN SEDIMENTOS ACUIFERO O EN VARIOS TIPOS DE ROCA



DAVID B. RICHARDS

Figura 6. - Disponibilidad del agua de subsuelo en varios sedimentos y tipos de roca.

Mantos acuíferos (sedimentos portadores de agua) de arena y grava. Por lo general, rinden 11,400 lpm (pero podrían rendir menos, dependiendo de la bomba, de la construcción del pozo y del desarrollo del mismo).

Mantos acuíferos de arena, grava y arcilla (mezclados o interpuestos). Generalmente rinden entre 1,900 lpm y 3,800 lpm, pero pueden rendir más —entre 3,800 lpm y 11,400 lpm— dependiendo del porcentaje de sus elementos componentes.

Mantos acuíferos de arena y arcilla. Generalmente rinden alrededor de 1,900 lpm pero pueden llegar a rendir hasta 3,800 lpm.

Mantos acuíferos de piedra arenisca quebrada. Generalmente rinden unos 1,900 lpm pero pueden rendir más de 3,800 lpm, dependiendo del espesor de la piedra arenisca y del grado y la extensión de la fractura (pueden también rendir menos de 1,900 lpm si es delgada y no muy bien quebrada, y contiene arcilla o pizarra).

Mantos acuíferos de piedra caliza. Generalmente rinden entre 38 lpm y 190 lpm, pero se sabe de algunos que han producido más de 3,800 lpm debido a cavernas o a la cercanía de arroyos, etc.

Mantos acuíferos de granito y/o "roca dura". Generalmente rinden 38 lpm y pueden rendir menos (suficiente para una familia pequeña).

Mantos acuíferos de pizarra. Rinden menos de 38 lpm; no sirven de mucho, excepto como un último recurso.

estar siempre cuesta arriba y de 15 a 30 metros de una letrina, de un corral de granja, o de otra fuente de contaminación. Si la región es plana, recuerde que la corriente del agua subterránea será hacia abajo, como un río, en dirección a cualquier extensión de agua superficial cercana. Sitúe un pozo río arriba de las fuentes de contaminación.

Entre más profunda sea la capa freática, habrá menos riesgo de contaminación puesto que los contaminantes deben recorrer cierta distancia hacia abajo antes de llegar al agua del subsuelo. El agua se purifica al fluir a través del subsuelo.

El agua agregada a los contaminantes aumentará su penetración y flujo por el subsuelo, aunque

también ayudará a diluirlos. Es más probable la contaminación del agua de subsuelo en tiempo de lluvias que durante la sequía, especialmente si se deja que alguna fuente de contaminación, tal como el foso de una letrina, se llene de agua. Véase también "Introducción a las Letrinas Sanitarias", p. 133. En forma similar, un pozo del cual se extrae mucha agua aumentará la corriente del agua de subsuelo hacia sí mismo, quizá aún invirtiendo la dirección normal del agua subterránea. La cantidad del descenso es una guía para la intensidad del uso que se hace de un pozo.

El agua superficial contaminada no debe entrar a la fosa del pozo. Esto se logra entubando y sellando el pozo.

El entubado y sellado del pozo

El motivo por el cual se entuban y se sellan los pozos es evitar que el agua de superficie contaminada penetre en el pozo o en el agua de subsuelo cercana. Como indudablemente se derramará el agua de cualquier bomba, la parte superior del pozo debe sellarse con una losa de hormigón para permitir que el agua se aleje en vez de volver a entrar directamente en el pozo. También conviene alzar el emplazamiento de la bomba con un montículo de tierra, de modo que, al formarse una leve colina, se ayude a fluir hacia afuera el agua derramada y el agua de lluvia.

Entubado es el nombre que se da al tubo, anillo de cemento u otro material que sostiene la pared del pozo. Suele ser impermeable en la parte superior del pozo para impedir la entrada al agua contaminada (ver figura 7) y puede estar perforado o faltar del todo en la parte inferior para dejar entrar el agua. Véase también "Entubado de Pozos y Plataformas", p. 11, y "Cómo reconstruir los Pozos Excavados", p. 51.

En sedimentos sueltos, la base del pozo debe consistir en un entubado perforado rodeado de arena gruesa y cascajo; de otro modo, el bombeo rápido puede atraer hacia dentro del pozo material suficiente para crear una cavidad y hacer que se derrumbe el pozo. El empaquetar el área alrededor del agujero del pozo con grava fina evitará que penetre arena y aumentará el tamaño útil del pozo. La gradación ideal es desde arena hasta grava de 6 mm., junto a la mampara del pozo. En un pozo taladrado puede agregarse ésta alrededor de la mampara ya que esté instalado el tubo de la bomba.

Mejoramiento del pozo

El mejoramiento de pozos se refiere a los pasos dados después de que el pozo ha sido cavado para asegurar la máxima corriente y vida del pozo preparando los sedimentos alrededor del mismo. La capa de sedimentos de la cual se extrae el agua se compone a menudo de arena y cieno. Cuando se bombea el pozo por vez primera, este fino material será absorbido hacia adentro del pozo, enturbiando el agua. Usted querrá bombear fuera del pozo este fino material para evitar que enlode el agua más adelante y para hacer más porosos los sedimentos cercanos al pozo. Sin embargo, si el agua es bombeada demasiado aprisa al principio, las finas partículas se pegarán al entubado perforado o a la arena en el fondo del pozo y obstruirán la corriente de agua a su interior.

Un método para eliminar con éxito estas finas sustancias es bombear despacio hasta que se aclare el agua; luego, a velocidades sucesivamente más altas hasta alcanzar el máximo de la bomba o del pozo. Luego debe permitirse que el agua alcance su nivel normal y debe repetirse el proceso hasta que se obtenga agua clara en forma constante.

Otro método es el de agitación, que consiste en mover un émbolo (un aditamento al extremo de un taladro) de arriba abajo en el pozo. Esto hace que el agua entre y salga del estrato de sedimentos y lave las finas partículas, hasta aflojarlas, así como algún lodo que haya quedado en la pared del pozo por la perforación. Los sedimentos gruesos que entren al pozo pueden quitarse con un balde de pozo, o pueden dejarse en el fondo para que sirvan de filtro.

Fuentes:

Michael T. Field, voluntario de VITA, Schenectady, New York.

John Chronic, voluntario de VITA, Boulder, Colorado.

David B. Richards, voluntario de VITA, Fort Collins, Colorado.

Yaron M. Sternberg, voluntario de VITA, Bloomington, Indiana.

A Primer on Ground Water, H. L. Baldwin y C. L. McGuinness, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C., 1964. 26 páginas.

Este económico folleto trata lo referente al agua del subsuelo más detalladamente que este artículo y es una útil referencia para cualquier persona que trabaje con pozos.

Ground Water Hydrology, D. K. Todd, Wiley & Sons, New York, 1959, 336 págs.

Entre los libros de texto, este libro describe el aspecto matemático del estudio del agua de subsuelo. También contiene mucha información sobre temas relacionados, tales como mejoramiento de pozos y ley hidráulica.

Water Supply for Rural Areas and Small Communities, E. G. Wagner y J. N. Lanoix, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1959, 340 páginas.

Este excelente libro tiene gran variedad de informes sobre el agua del subsuelo, pozos y sistemas hidráulicos, todo a nivel de las aldeas.

Hydrogeology, S. N. Davis y R. J. M. DeWiest, Wiley & Sons, New York, 1966, 300 páginas.

Otro libro de texto, que se dedica a la importancia que tiene la geología con respecto a las existencias de agua subterránea.

Water Well Handbook, K. E. Anderson, Asociación de Perforadores de Pozos Acuíferos de Missouri, P. O. Box 250, Rolla, Missouri, 1965, 281 páginas.

Manual con amplia información utilizado por perforadores de pozos e ingenieros de campo; incluye gráficas, tablas y otros datos pertinentes a equipos de perforación, accesorios metálicos para la construcción de pozos e instalación de bombas. Muchos lo consideran como la biblia práctica de los pozos acuíferos.

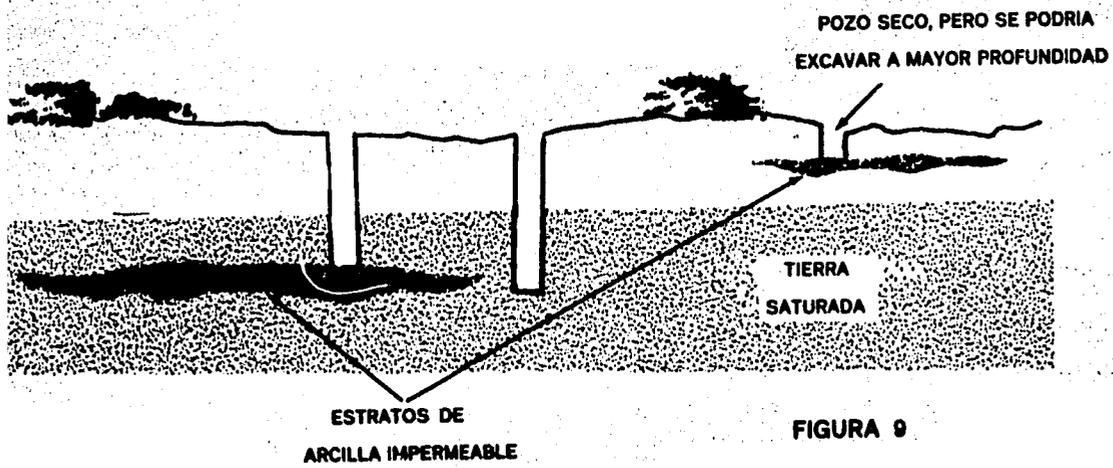
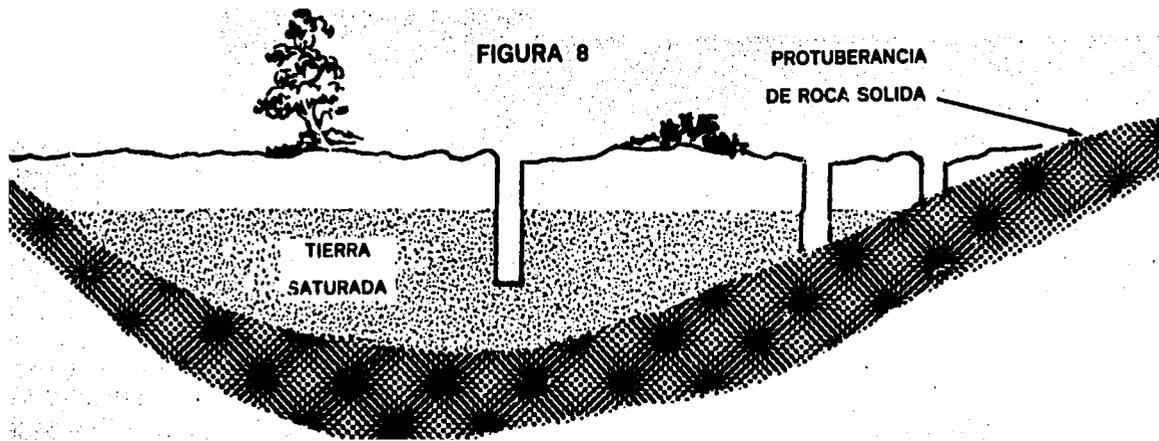
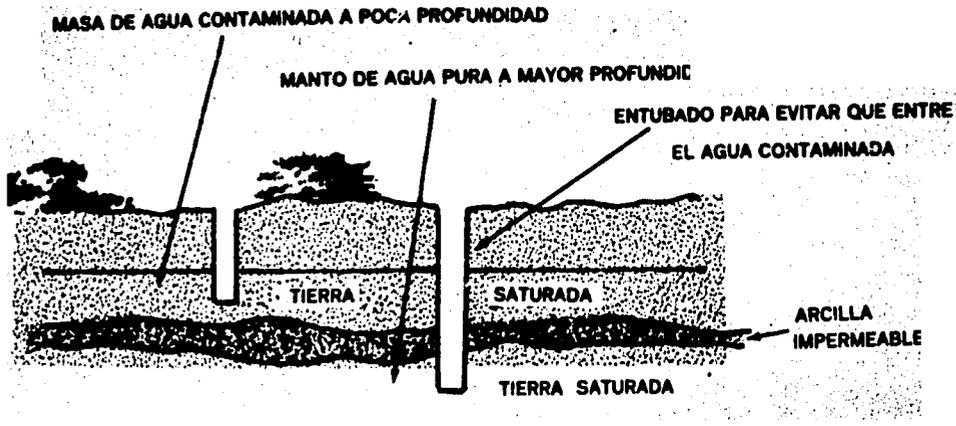
Ground Water and Wells, Edward E. Johnson, Inc., Saint Paul, Minnesota 55104, 440 páginas, 1966.

Excelente libro semitécnico de consulta utilizado por la industria de los pozos acuíferos y que cubre temas como: existencias de agua del subsuelo, diseño de pozos en relación a la geología, perforación de pozos, mantenimiento de pozos y operación de los mismos.

Wells, Manual Técnico del Departamento de la Defensa (TM 5-297), 1957, Superintendent of Documents, U. S. Government Printing Office, Washington 25, D. C., 264 páginas.

Un libro elemental, pero completo, sobre la perforación y construcción de pozos. De fácil lectura y comprensión, pero no tan al día como las otras referencias.

Small Water Supplies, Boletín No. 10, The Ross Institute, Keppel Street (Gower Street), Londres, W. C. 1, Inglaterra, 1967, 67 páginas.



POZOS ENTUBADOS

Dondequiera que las condiciones del suelo lo permitan, los pozos entubados aquí descritos, si tienen el entubado necesario, proporcionarán agua pura. Son mucho más fáciles de instalar y cuestan mucho menos que los pozos de mayor diámetro.

Los pozos entubados probablemente sirvan bien donde se utilizan taladros o barrenas sencillas para tierra (o sea, planicies aluviales con pocas rocas en el suelo), y donde haya un estrato acuífero permeable de 15 a 25 metros bajo la superficie. Son pozos sellados, y por lo tanto sanitarios, que no ofrecen peligro a niños pequeños. Por requerir poco material, su costo es poco elevado. Quizá estos pozos no produzcan agua suficiente para un grupo numeroso, pero podrían ser suficientes para abastecer una familia o un grupo pequeño de familias.

La capacidad de almacenamiento de los pozos de pequeño diámetro es pequeña. Su rendimiento depende principalmente de la velocidad a la que fluye el agua del suelo circundante hacia el pozo. En una capa de arena saturada, la corriente es rápida. El agua que fluye hacia adentro rápidamente reemplaza el agua extraída del pozo. Un pozo que alcanza una capa así, raramente se seca. Pero aun cuando no sea alcanzada la arena saturada de agua, un pozo con tan sólo una capacidad limitada de almacenamiento puede proporcionar agua suficiente para una casa.

El entubado del pozo y las plataformas

En los pozos domésticos o de las aldeas, el entubado y las plataformas cumplen un doble propósito: (1) evitar el hundimiento de los costados del pozo, y (2) sellar el pozo y evitar que el agua superficial contaminada entre al mismo.

Dos técnicas de bajo costo para el entubado se describen a continuación:

1. **Método A**, de un equipo del American Friends Service Committee (AFSC) en Rasulia, Madhya Pradesh, India.
2. **Método B**, de un equipo de los Servicios Voluntarios Internacionales (IVS) en Vietnam.

Método A. (Véase Fig. 1)

Herramientas y materiales

Cemento de asbesto, mosaico, hormigón, o aun hierro galvanizado pueden servir.

Tubos para entubado (de la bomba al estrato acuífero abajo del mínimo del nivel hidrostático).

Arena

Grava

Cemento

Dispositivo para hacer descender y colocar el entubado (ver Fig. 2).

Equipo para perforar - véase "Perforación de Pozos Entubados".

Válvula de pie, cilindro, tubería, bomba de mano.

El agujero del pozo se excava tan profundamente como sea posible dentro de los lechos acuíferos. La tierra extraída se pone cerca del agujero para formar un montículo, el cual servirá más tarde para evacuar el agua derramada del pozo. Esto es importante porque su propia agua estancada es una de las pocas fuentes de contaminación de este tipo de pozo. Todo el entubado de retención que queda bajo el nivel del agua debe perforarse con muchos agujeros pequeños de un diámetro no mayor de 5 mm. Agujeros mayores que éstos permitirán que entre arena gruesa al pozo y que lo tape. Sin embargo, es de esperarse que entren partículas finas de arena. Estas deben ser lo suficientemente pequeñas para ser evacuadas inmediatamente por la bomba. Esto conserva el pozo limpio. El agua inicial del pozo nuevo puede llevar consigo grandes cantidades de arena fina. Cuando esto sucede, los primeros bombeos deben ser fuertes y continuos hasta que el agua se aclare.

El entubado perforado se hace descender, con el extremo de campana hacia abajo, dentro del agujero utilizando el dispositivo que muestra la Fig. 2. Cuando el entubado queda en su sitio, la cuerda de descenso se iza, se prepara y se hace descender la siguiente sección. Puesto que es fácil taladrar hoyos en tubos de cemento de asbesto, pueden ser unidos con alambre en las juntas y bajados al pozo. Asegúrese de que las campanas apunten hacia abajo, pues esto evitará que el agua de la superficie o deslave entre al pozo sin la acción filtradora y purificadora del suelo; también evitará que el pozo se llene de tierra y de arena. Instale el entubado verticalmente y rellene el espacio restante con grava. Esto sostendrá el entubado a plomo. El entubado debe elevarse de 30 a 60 cm. sobre el nivel del suelo y rodearse con un pedestal de hormigón que sostenga la bomba y que lleve el agua derramada lejos del pozo. Las juntas del entubado que queden a menos de 3 metros de la superficie deben sellarse con hormigón o con material bituminoso.

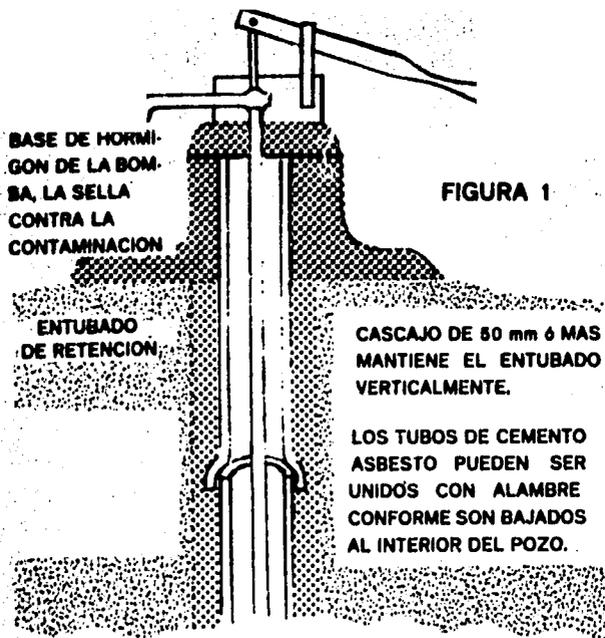
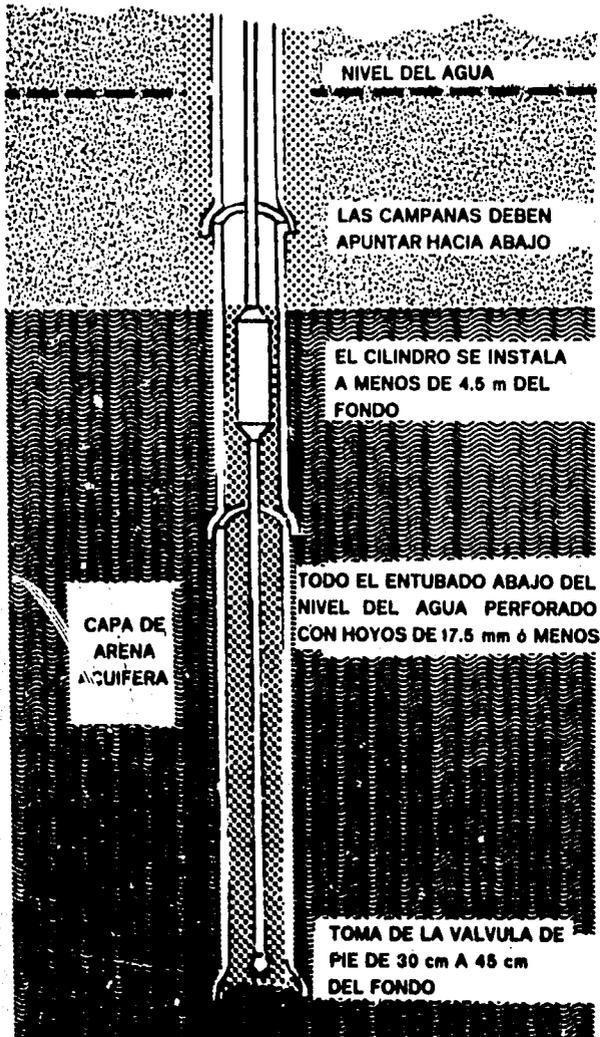


FIGURA 1

ESPACIO PARA INDICAR QUE EL POZO PODRIA SER MAS PROFUNDO DE LO QUE AQUI SE MUESTRA



Método B

El plástico parece ser un material ideal para entubado, pero como no era fácil obtenerlo, se crearon los entubados de hierro galvanizado y de hormigón aquí descritos en la región de Ban Me Thout en Vietnam. Los materiales para un pozo de 20 metros, sin incluir la bomba, costaron alrededor de 17 dólares en 1959.

Herramientas y materiales

- Bloque de madera de 230 cm de largo con una V recortada longitudinalmente (Ver Fig. 3).
- 2 secciones de hierro angular, de 230 cm de largo
- Tubo, de 10 cm de diámetro, y 230 cm de largo
- Abrazaderas
- Mazo de madera
- Equipo para soldar
- Láminas de metal galvanizado: 0.4 mm x 1 metro x 2 metros.

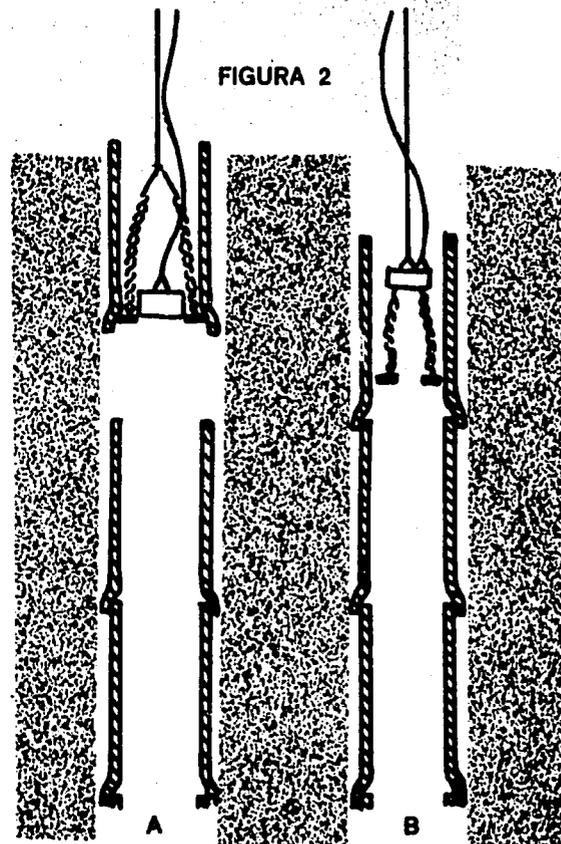


FIGURA 2

Entubado de plástico

La tubería de plástico negro para alcantarillado y drenajes resultó ser casi ideal. Sus juntas de

fricción se podían unir rápidamente y sellar con un solvente químico. Parecía durable pero era lo bastante ligera para poder bajarse al pozo a mano. Podía aserrarse con facilidad o taladrarse para hacer una mampara. Debe tenerse cuidado de que el plástico que se emplee no sea tóxico.

Entubado de láminas de metal galvanizado

Se utilizaron láminas de metal galvanizado para hacer un entubado parecido a un canalón (de desagüe). Hubiera sido preferible un calibre más grueso que el de los 0.4 mm de que se disponía. Debido a que el metal laminado no duraría indefinidamente por sí mismo, se hizo más grande el agujero del pozo y se rellenó el espacio que circundaba el entubado con una mezcla delgada de concreto, la cual formó un vaciado en concreto del entubado, y selló el mismo desde fuera del metal laminado cuando se endureció.

Las láminas de 1 metro x 2 metros fueron cortadas a lo largo en tres secciones iguales que proporcionaron tres tubos de 2 metros y de 10 cm. de diámetro.

Los extremos fueron convertidos en juntas de acoplamiento afianzándolas entre los dos hierros angulares, y luego golpeando los bordes con un mallette de madera hasta darles la forma que muestra la Fig. 3.

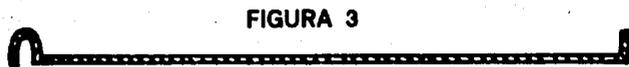


FIGURA 3

La junta se hace ligeramente más ancha en un extremo que en el otro para hacer el tubo ligeramente cónico y así permitir que las secciones embonen ligeramente unas dentro de las otras.

Se enrollan las tiras tendiéndolas sobre un bloque de madera de 2 metros con un costado en forma de V y haciendo presión desde arriba con una sección de tubo de 5 cm (ver Fig. 4). Las tiras de metal laminado se recorren de lado a lado sobre la V del bloque conforme se van doblando para producir una superficie tan uniforme como sea posible. Cuando la tira ha sido doblada lo suficiente, los dos extremos se enganchan uno con otro y el tubo de 5 cm se desliza dentro. Los extremos del tubo se colocan sobre durmientes de madera para formar un yunque y la junta se dobla firmemente hacia dentro como lo muestra la Fig. 5.

Al quedar terminada la junta, se elimina cualquier irregularidad en el tubo con presión manual,

o con el mazo de madera y el yunque de tubo. Un hojalatero local y su ayudante lograron hacer de seis a ocho tramos (de 12 - 16 metros) de este tubo por día. Tres tramos de tubo fueron acoplados y soldados al quedar terminados, y las demás juntas tuvieron que ir soldándose conforme se bajaba el entubado al pozo.

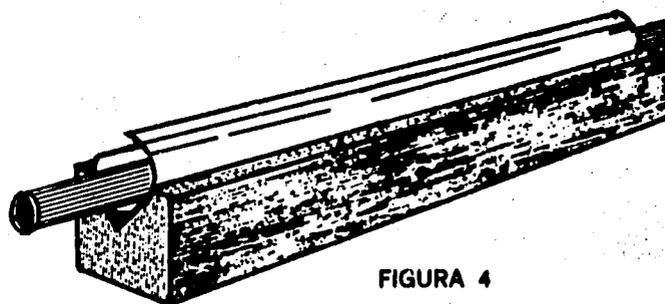


FIGURA 4



FIGURA 5

El extremo inferior de la tubería fue perforado con un taladro de mano para hacer una mampara. Ya que se había descendido el entubado al fondo del pozo, se rellenó de grava fina el espacio alrededor de la porción perforada del entubado hasta arriba del nivel del agua.

La lechada de mortero de cemento que se utilizó alrededor de los tubos fue de cemento puro o bien con una proporción de 1:1-1/2 de cemento: arena, mezclada con agua hasta darle una consistencia muy maleable. La lechada fue colocada alrededor del entubado por gravedad y una pértiga de bambú de unos 10 metros se utilizó para plasmar la lechada en su lugar. Una comparación del volumen alrededor del entubado y del volumen de la lechada que se utilizó indicó que quedaron algunos vacíos, posiblemente abajo del alcance de la varilla de bambú. Esto no es grave, sin embargo, siempre que se cuente con un buen sellador para los primeros 8 a 10 metros de la superficie hacia abajo. En general, entre mayor era la proporción de cemento utilizada y mayor era el espacio alrededor del entubado, mejores parecían ser los resultados logrados. Sin embargo, no se ha tenido la experiencia suficiente para llegar a una conclusión final. Aparte de esto, consideraciones económicas limitan ambos factores.

Debe tenerse cuidado al vaciar la lechada. En cierto caso, dos tramos de entubado no fueron acoplados perfectamente verticales: como resultado, el entubado no quedó centrado en el pozo, la presión de la lechada no fue igual en todo el contorno y el entubado se desplomó. Con cuidados razonables, el vaciar la lechada en varias etapas y permitirle que endurezca en las juntas debe eliminar esto. Sin embargo, no se puede vaciar la lechada en demasiadas etapas porque una cantidad considerable se adhiere a los lados del pozo cada vez, reduciendo el espacio por el cual pueden pasar las lechadas subsiguientes.

Una modificación propuesta al método anterior que no ha sido probada aún es la siguiente: En las regiones como Ban Me Thout, donde la estructura del material a través del cual el pozo es perforado es tal que hay poco o ningún peligro de derrumbe, el entubado tiene un solo fin, el de obturación sanitaria. Por lo tanto se propone que el pozo se entube solamente unos 8 metros de la superficie del suelo hacia abajo. Para hacer ésto, se debe perforar el pozo hasta la profundidad deseada con el mismo diámetro, más o menos, que el del entubado. Entonces se debe abocardar el pozo a un diámetro de 5 a 6 cm mayor que el entubado, hasta la profundidad a que éste alcance. Un reborde adaptado al fondo del entubado, con un diámetro exterior aproximado al del agujero abocardado, centrará el entubado en el agujero y lo sostendrá sobre el borde al fondo de la parte abocardada. Una vez hecho esto se vacía la lechada como en el método original. Esta modificación permitiría (1) ahorrar considerablemente en materiales costosos, (2) que el pozo se hiciera de menor diámetro, excepto cerca de la superficie, (3) disminuir las dificultades con la lechada, y (4) proporcionar aún una protección adecuada contra la contaminación.

Entubado de losa de hormigón

Si se agranda el pozo hasta un diámetro adecuado, se podrían emplear losas prevaciadas de hormigón como entubado. Para esto se requeriría un artefacto que bajara las losas al pozo una por una y las soltara en el fondo. Se tendría que usar mortero para sellar las juntas arriba del nivel del agua, aplicándolo a cada junta sucesiva conforme se iba bajando. Un entubado de cemento asbesto también sería una posibilidad donde se pudiera obtener con juntas adecuadas.

Sin entubado

La última posibilidad sería la de no usar ningún entubado. Se considera que cuando los recursos monetarios o manuales no permiten que se entube el pozo, tal vez un pozo sin entubar sea mejor que no tener pozo alguno. Esto se aplica particularmente a las localidades en las cuales es costumbre hervir el agua o hacer té con ella antes de tomarla, donde el saneamiento queda obstaculizado en gran parte por una provisión insuficiente de agua, y donde la pequeña irrigación a mano puede mejorar la dieta en gran parte al permitir el cultivo de huertas durante la sequía.

Se puede reducir al mínimo el peligro de contaminación en un pozo sin estudiar: (1) eligiendo un sitio favorable para el pozo y (2) haciendo una plataforma con un desagüe que elimine toda el agua derramada llevándola a distancia del pozo.

Un pozo así debe ser analizado con frecuencia para saber si hay contaminación. Si llega a ofrecer peligro, se debe colocar un letrero pertinente y a la vista, cerca del pozo.

Plataforma para pozos

En el trabajo realizado en la región de Ban Me Thout, una baldosa plana de hormigón de 1.75 metros por lado, se colocó alrededor de cada pozo. Sin embargo, en el ambiente de la aldea, esto no dio buenos resultados. Se derramaban grandes cantidades de agua, debido en parte al entusiasmo de los aldeanos al tener una fuente abundante de agua, y las áreas alrededor de los pozos se hicieron bastante lodosas.

Se llegó a la conclusión de que la única plataforma realmente satisfactoria sería una redonda, ligeramente abombada con una cuneta circundando el borde exterior. La cuneta deberá encauzar el agua hasta un desagüe de hormigón que la lleve a una distancia considerable del pozo.

Si la plataforma es demasiado grande y lisa, incitará a los moradores a lavar su ropa y otros enseres en torno al pozo. Esto no debe fomentarse. En las aldeas donde haya animales sueltos es preciso construir un cercado chico alrededor del pozo para impedir el acceso a los animales, especialmente a gallinas y puercos, los cuales buscan agua con afán, pero tienden a ensuciar los alrededores.

Fuentes:

Explanatory Notes on Tubewells, por Wendell Mott, del American Friends Service Committee, de Philadelphia, Pennsylvania, 1956 (mimeo).

Informe de Richard G. Koegel, Servicios Voluntarios Internacionales, Ban Me Thout, Vietnam, 1959 (mimeo).

Equipo de perforación manual

A continuación se describen dos métodos para perforar un pozo poco profundo con equipo de operación manual: El Método A se lleva a cabo dando vueltas a un taladro que perfora el suelo; el Método B emplea golpes de apisonamiento.

El Método A fue empleado por un equipo del Comité de Servicio de Amigos Americanos (AFSC) en la India; el Método B fue utilizado por un equipo de los Servicios Voluntarios Internacionales (IVS) en Vietnam.

Método A

Este equipo sencillo de perforación a mano fue utilizado por un equipo del Comité de Servicio de Amigos Americanos en la India para perforar pozos de 15 a 20 cm de diámetro hasta una profundidad de 15 metros.

Herramientas y materiales

Taladro para tierra, con unión para fijarla a la tubería de 2.5 cm de la perforadora, (véase la sección sobre perforadoras de tierra para pozos de tubo)

Tubo de acero galvanizado de peso normal:

Para la tubería de la perforadora:

4 secciones: 2.5 cm de diámetro y 3 metros de largo (2 secciones con rosca en un extremo solamente; las otras no la necesitan).

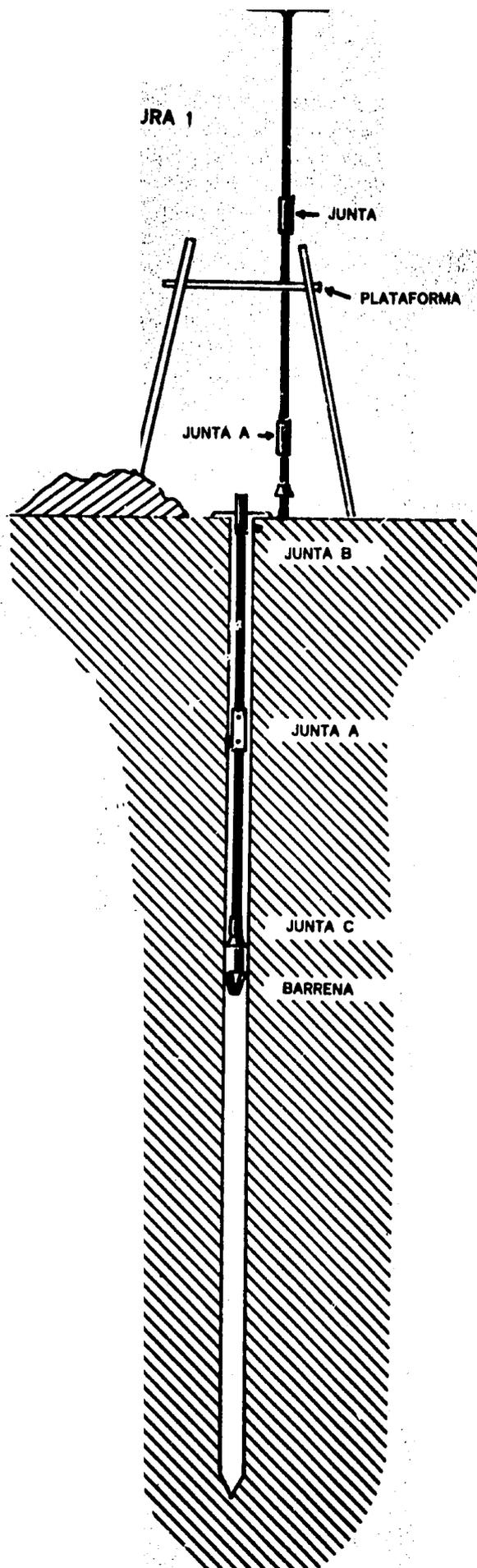
secciones: 2.5 de diámetro y 100 cm de largo.

Para dar vuelta al mango:

secciones: 2.5 de diámetro y 60 cm de largo
unión en T de 2.5 cm

Para la unión A:

secciones: 32 mm de diámetro y 30 cm de largo.



Secciones y uniones para la junta B:

Sección de 23 cm, de 32 mm de diámetro (con rosca en un extremo solamente)

Sección de 35 cm, de 38 mm de diámetro (con rosca en un extremo solamente)

Manguito de reducción de 32 mm a 25 mm

Manguito de reducción de 38 mm a 25 mm

8 pernos de máquina, de acero, de 10 mm. de diámetro y 45 mm de largo, de cabeza hexagonal, con tuercas.

2 pernos de acero para metales, de 10 mm de diámetro y 5 cm de largo, de cabeza hexagonal, con tuercas.

9 tuercas hexagonales de acero de 10 mm

Para hacer tornillos con fiador:

1 remache de hierro de 13 mm de longitud para cabeza de punzón de 3 mm de diámetro.

1 plancha de acero laminado de 1.5 mm x 10 mm x 25 mm.

Barrenas: de 3 mm, 10.4 mm. y 20 mm

Punzón

Tarrajá para hacer rosca, a menos que el tubo ya las tenga.

Herramientas pequeñas: llaves de tuercas, martillo, sierra para cortar metales, limas.

Para la plataforma: madera, clavos, cuerda, escalera.

Básicamente el método consiste en hacer girar una barrena ordinaria para tierra. A medida que penetra la barrena en el suelo, se llena de tierra. Cuando está llena se saca del hoyo y se vacía. Cuando se hace más profundo el hoyo, se añaden más

secciones de tubería para la barrena, con el fin de largar el tiro. La junta A en las Figuras 1 y 2 describe un método sencillo para acoplar nuevas secciones.

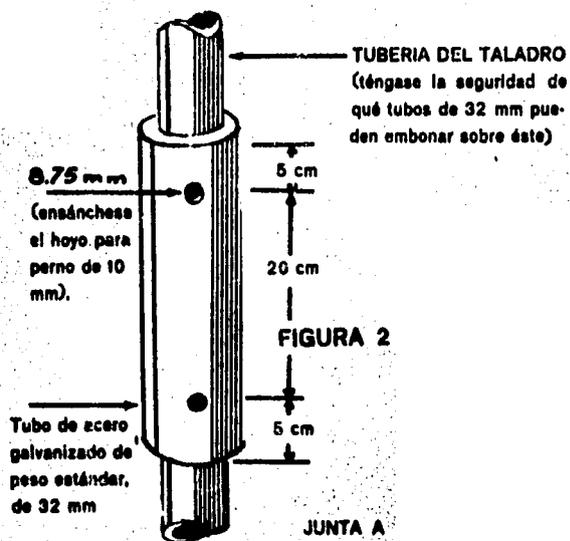
Construyendo una plataforma elevada de 3 a 3.7 metros de altura sobre el suelo, puede sostenerse en equilibrio, en posición vertical, una sección de 7.6 metros de largo de tubería para barrena. Secciones más largas son muy difíciles de manejar. Por tanto, cuando el hoyo alcanza una profundidad de más de 7.6 metros es necesario desarmar la tubería de la barrena cada vez que ésta se saque para vaciarla. La junta B facilita la operación. Véanse las figuras 1 y 3.

Se propone la junta del tipo C (véanse los pasos para construir la barrena de tierra para pozos entubados) a fin de permitir un vaciado rápido de la barrena. Algunos suelos responden bien a la perforación con una barrena que tenga dos lados abiertos. Estos son muy fáciles de vaciar y no sería necesario emplear la junta C. Averigüe la clase de barrena que dé mejores resultados en su área de operación, y haga algunos experimentos para determinar cuál es la más apropiada para su terreno. Vea el texto dedicado a las barrenas.

Se ha encontrado que la junta A puede usarse con mayor rapidez y es más duradera que las conexiones de tubo de rosca. Las rosca de los tubos se deterioran y ensucian y se dificulta su operación. Costosas y pesadas llaves de tuercas se caen accidentalmente al pozo y es difícil sacarlas. Usando un manguito de tubo fijado con dos pernos de 10 mm., pueden evitarse estas molestias. Ni una pequeña llave de tuercas para bicicleta ni los pernos baratos obstruirán la perforación si caen dentro. Asegúrese de que el tubo de 32 mm se ajuste sobre la tubería de la barrena de 25 mm antes de comprarla. Véase la Fig. 2.

Cuatro secciones de 3 metros y dos secciones de 100 cm de tubo son los tamaños más apropiados para perforar un pozo de 14 metros. Hágase un agujero de 10.4 mm de diámetro en cada uno de los extremos de todas las secciones de la tubería de la barrena a excepción de las fijadas a la junta B y al mango giratorio, las cuales deben estar unidas con rosca. Los agujeros deben estar a 5 cm del extremo.

Cuando el pozo tiene una profundidad mayor de 7.6 metros, varias características facilitan el vaciamiento de la barrena, según se muestra en las figuras 3 y 4. Primeramente se tira de la barrena llena hacia arriba hasta que aparezca en la super-



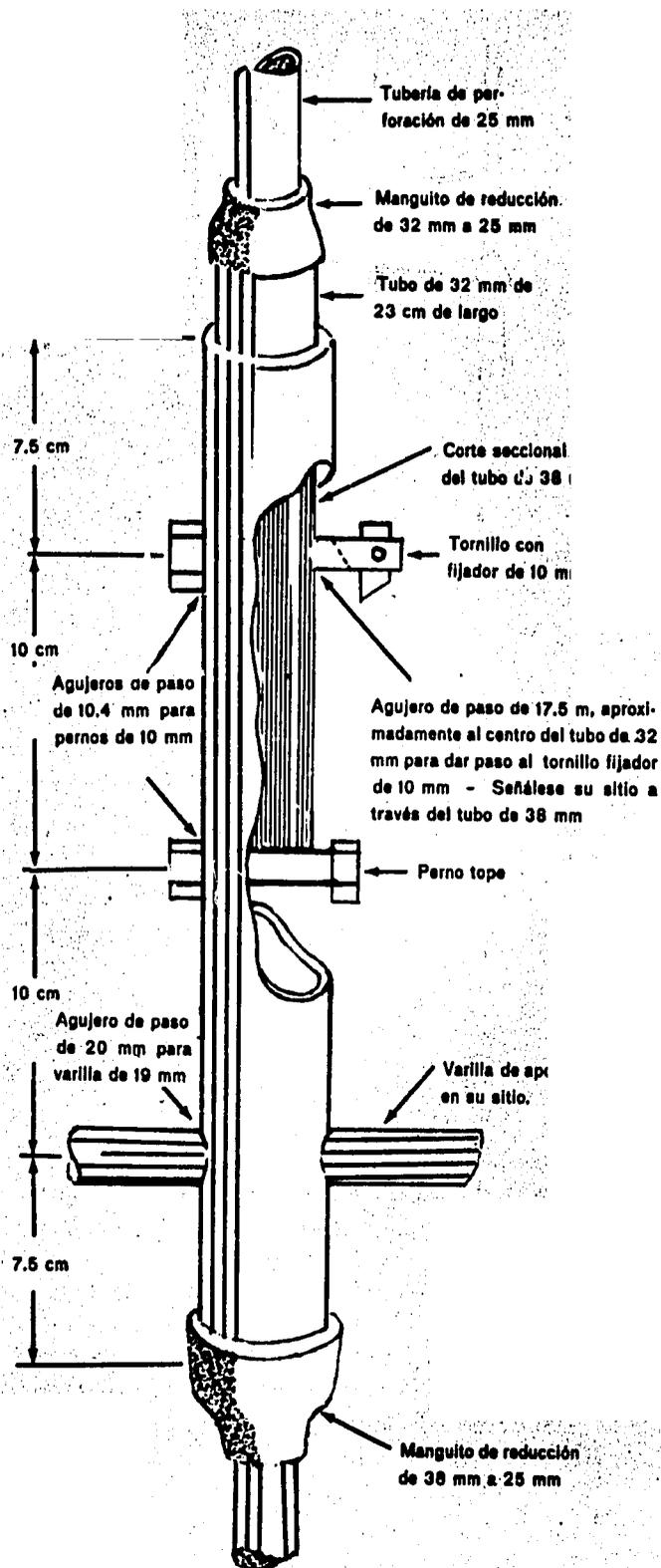


FIGURA 3 JUNTA B

ficie la junta B. Véase la Figura 4-A. Luego se atraviesa por el agujero una varilla de 19 mm de diámetro. De esta manera se permite que toda la

tubería de perforación descansen sobre esta varilla, impidiendo que la parte que esté aún en el pozo caiga al fondo. A continuación, quítese el tornillo con fiador, sáquese la sección superior de tubería y colóquese en equilibrio junto al pozo. Véase la Figura 4-B. Sáquese la barrena, vacíese y vuélvase a poner en el hoyo la sección en la cual quedará detenida por la varilla de 19 mm. Véase la Figura 4-C. A continuación, vuélvase a colocar la sección superior de la tubería de la barrena. El perno de 10 mm sirve de tope al permitir que los hoyos queden alineados fácilmente para reinsertar el tornillo en T. Finalmente, sáquese la varilla e introdúzcase la barrena para efectuar la siguiente perforación. Márquese el sitio para taladrar el agujero de 10.4 mm de diámetro en el tubo de 32 mm a través del agujero del tornillo en T en el tubo de 38 mm. Si se coloca el agujero descansando el tubo de 32 mm en el perno tope, los agujeros tenderán a alinearse.

A veces se precisa una herramienta especial para penetrar en una capa de arena acuífera, a causa de que la arena húmeda se hunde tan pronto como se saca la barrena. Si esto sucede se introduce en el pozo un tubo de retención perforado, y se efectúa la perforación con una barrena dentro de este tubo de retención. Ofrecen buenas posibilidades un tipo a base de percusión con una trampa movable, o un tipo giratorio con paredes macizas y trampa movable. Véanse los párrafos en que se describen estos dispositivos. El entubado de retención se asentará más profundamente en la arena a medida que se va excavando ésta. Deberán agregarse otras secciones de entubado de retención al continuar excavando. Trate de penetrar en la capa de arena acuífera a la mayor profundidad posible, (cuando menos un metro). Tres metros de entubado de retención perforado empotrado en una capa arenosa tal, proporcionarán una excelente corriente de agua.

Taladro para tierra en pozos de tubo

Este taladro para tierra se hace de un tubo de acero de 15 cm. Durante largo tiempo se han utilizado dispositivos similares con maquinaria de perforación, pero este diseño en particular aún debe ponerse a prueba (véase la figura 5).

Este taladro puede hacerse sin equipo para soldar, pero algunos de los dobleces del tubo y de la varilla pueden hacerse mucho más fácilmente cuando el metal está caliente (véase la figura 6).

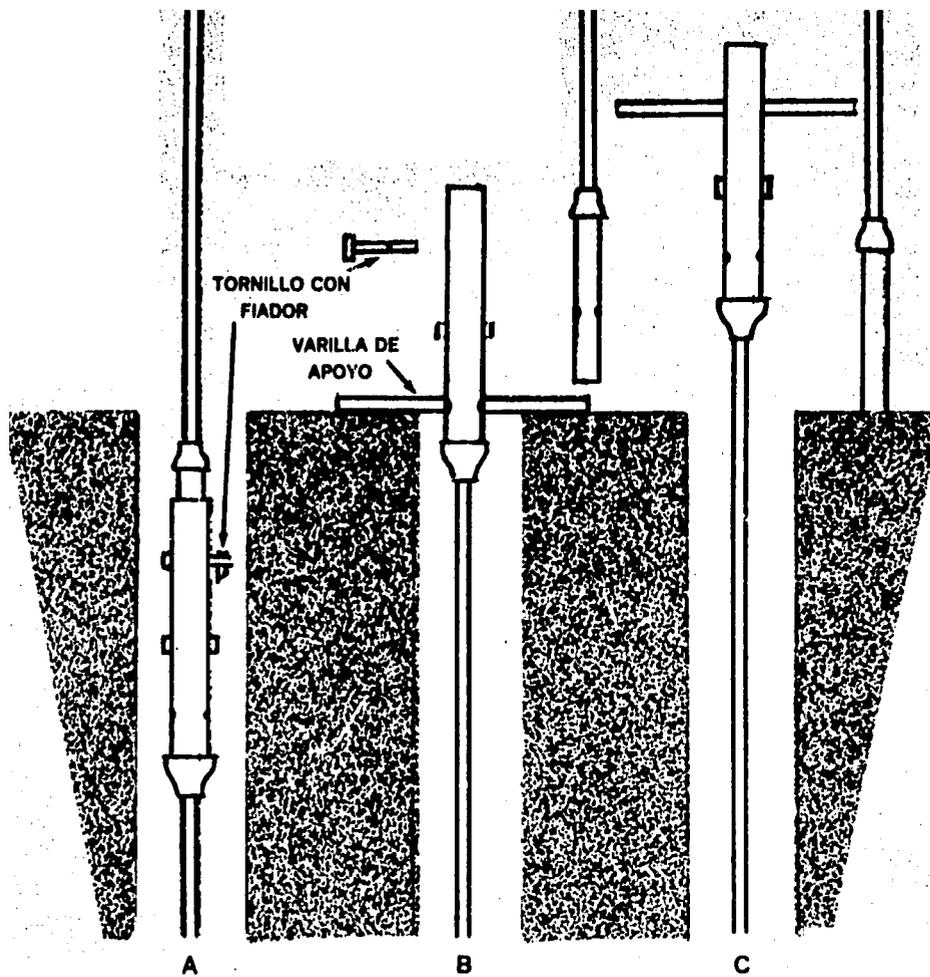


FIGURA 4 JUNTA B EN OPERACION

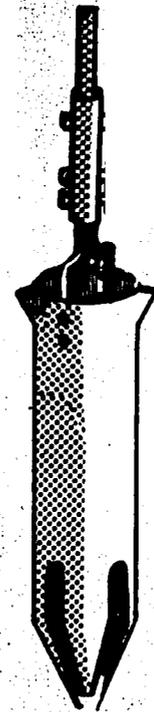


FIGURA 5
TALADRO PARA TIERRA EN POZOS DE TUBO

Un taladro abierto para tierra, que es más fácil de vaciar que éste, es más apropiado para algunos suelos. Este taladro corta más aprisa que el taladro de arena para pozos de tubo.

Herramientas y materiales

Tubo galvanizado de 32 mm de diámetro y 30 cm de largo.

Un perno de acero de cabeza hexagonal de 10 mm. de diámetro y 5 cm de largo, con tuerca.

2 pernos de acero de cabeza hexagonal de 10 mm de diámetro y 10 cm de largo.

2 barras de acero de 12.5 mm x 32 mm x

4 pernos de máquina de cabeza redonda para metales, de 10 mm de diámetro y 32 mm de largo.

2 remaches de hierro de cabeza plana, de 3 mm de diámetro y 13 mm de largo.

Lámina de metal de 10 mm x 1.5 mm x 25 mm
Tubo de acero de 15 cm de diámetro exterior y 60 cm de largo

Herramientas de mano

Fuente:

Wells, Technical Manual 5-297, AFM 85-23, Ejército y Fuerza Aérea de los E. U., 1957.

Taladro para arena en pozos entubados

Esta sonda de taladro para arena se puede usar para taladrar tierra suelta o arena mojada, donde un taladro para suelo no es tan eficaz. La cabeza de corte sencillo requiere menos fuerza para girar que el "Taladro para tierra en pozos profundos", pero es más difícil de vaciar.

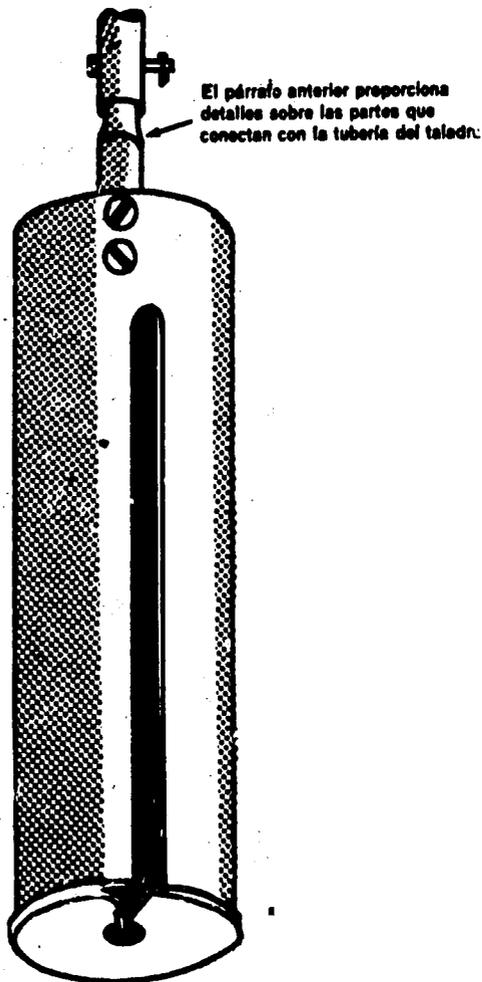


FIGURA 7

TALADRO PARA ARENA EN POZOS ENTUBADOS

Una versión más pequeña del taladro de arena puede introducirse en el entubado de retención y usarse para sacar arena suelta y húmeda.

Este diseño necesita ensayarse en la práctica, aunque desde hace tiempo se han venido usando dispositivos similares con maquinaria de perforación.

Herramientas y materiales

Tubo de acero de 15 cm de diámetro exterior y 45 cm de largo.

Placa de acero de 5 mm x 16.5 cm x 16.5 cm

Equipo de acetileno para cortar y soldar.

Taladro.

Fuente:

Wells, Technical Manual 5-297, AFM 85-23, Ejército y Fuerza Aérea de los E. U., 1957.

Extractor de arena para pozos entubados

El extractor de arena se puede utilizar para barrenar desde el interior de un tubo de retención perforado cuando la excavación llega a la arena suelta y húmeda, y las paredes se empiezan a desplomar. Ha sido utilizado para hacer muchos pozos entubados en la India.

Herramientas y materiales

Tubo de acero de 12.5 cm de diámetro y 100 cm de largo.

Cámara neumática de camión, o cuero de 12.5 cm por lado.

Reducción para tubo de 12.5 cm a 2.5 cm

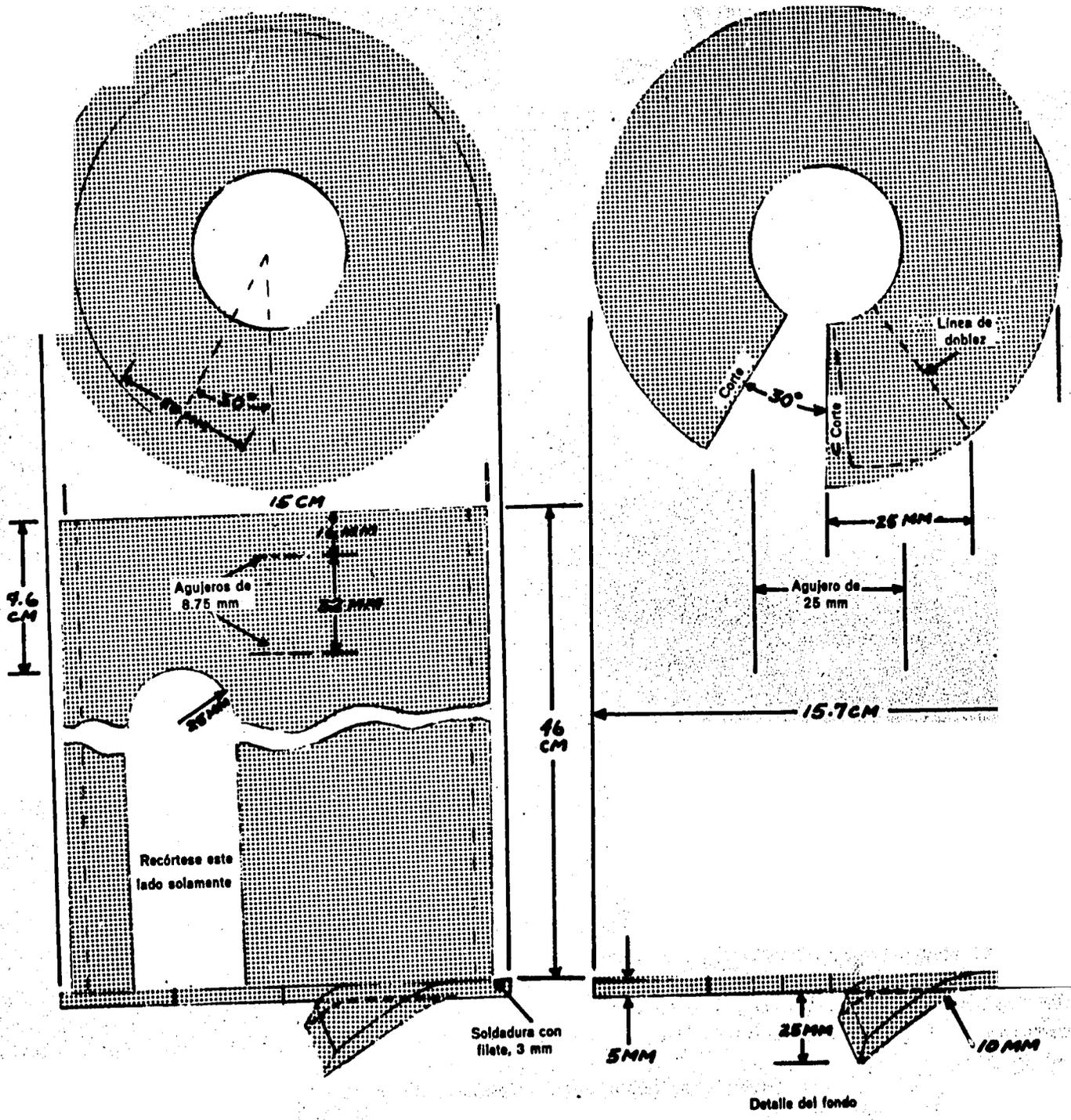
Herramientas chicas.

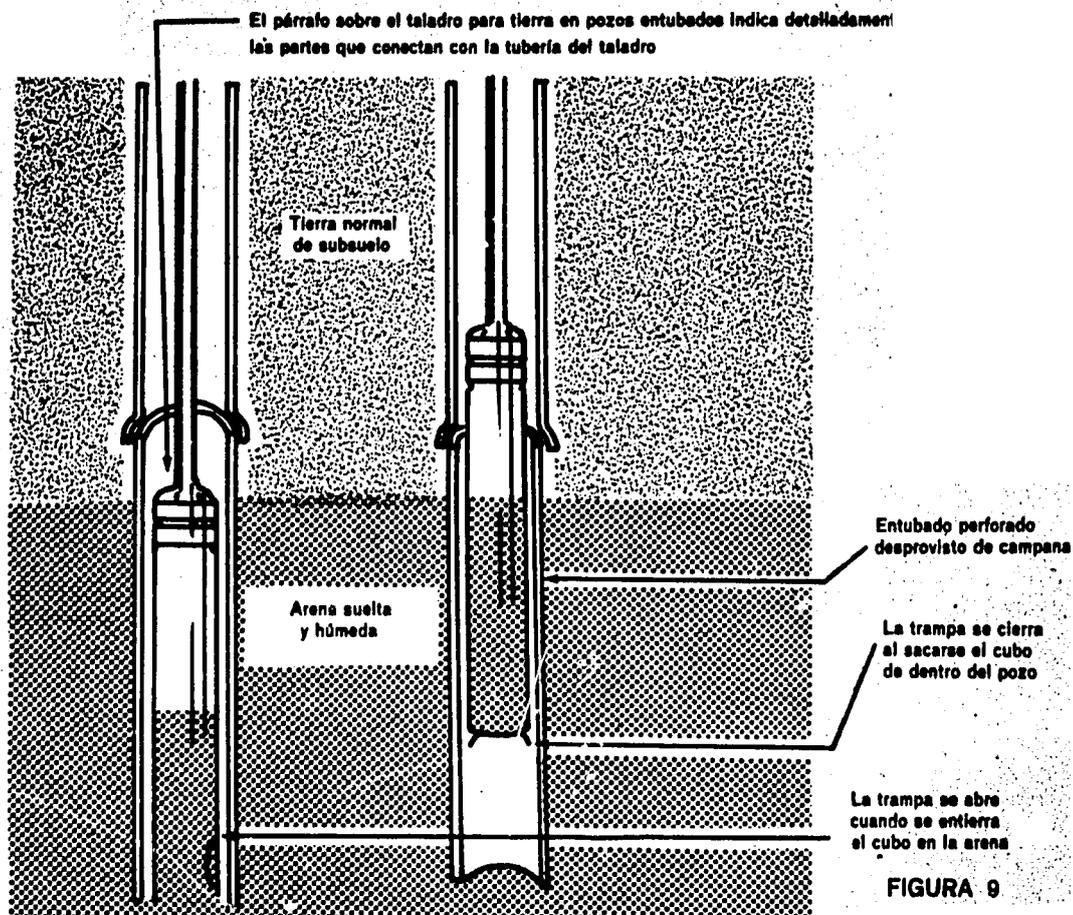
Al empujar este "cubo" una y otra vez al fondo del pozo, se irá quitando la arena que quede abajo del entubado perforado, permitiéndole hundirse más en la capa de arena. El entubado evita que las paredes se desplomen. Se quita la campana de la primera sección del entubado; por lo menos otra sección descansa sobre ésta para hacerla descender conforme avanza la excavación. Trate de penetrar en la capa de arena acuifera a la mayor profundidad posible: 3 metros de entubado de retención perforado empotrado en una de estas capas arenosas, normalmente proporcionan una excelente corriente de agua.

No deje de probar su "cubo" en arena mojada antes de intentar usarlo en el fondo de su pozo.

Fuente:

Explanatory Notes on Tubewells, por Wendell Mott, Comité de Servicio de Amigos Americanos. Philadelphia, Pennsylvania, 1956 (mimeo).





MODO DE EMPLEO DEL EXTRACTOR DE ARENA PARA PERFORAR DESDE EL INTERIOR DE UN ENTUBADO PARA POZO

Método B

El equipo aquí descrito ha sido utilizado con éxito en la región de Ban Me Thout, en Vietnam. Uno de los mejores logros fue realizado por un equipo de tres miembros de una tribu montañesa sin experiencia, quienes perforaron 20 metros en día y medio. El pozo más profundo que se excavó medía poco más de 25 metros; fue terminado, incluyendo la instalación de la bomba, en seis días. Uno de los pozos fue perforado atravesando unos 11 metros de piedra sedimentaria.

El costo del equipo, excluyendo la mano de obra, fue de 35.19 dólares en 1957 en Vietnam.

Herramientas y materiales

Para la bandeja de herramientas:

Madera: 3 cm x 3 cm x 150 cm

Madera: 3 cm x 30 cm x 45 cm

Para la varilla de seguridad:

Varilla de acero: 1 cm de diámetro, y 30 cm de largo

Taladro

Martillo

Yunque

Chaveta

Para el soporte de la barrena:

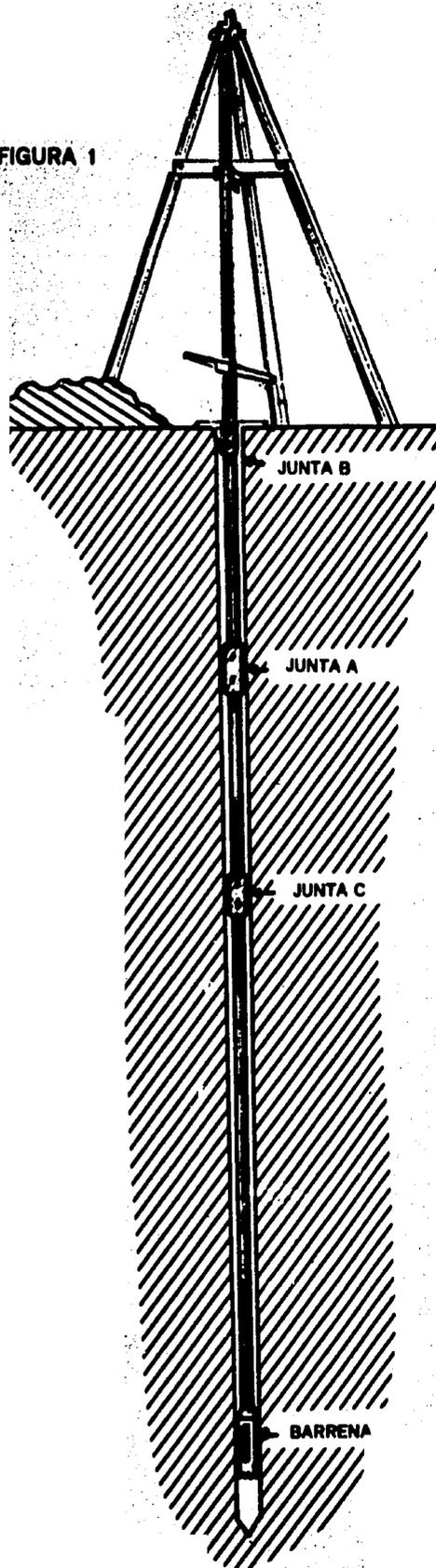
Madera: 4 cm x 45 cm x 30 cm

Acero: 10 cm x 10 cm x 4 mm

Ubicación del pozo

Es preciso tener en cuenta dos consideraciones al elegir los lugares donde deban abrirse los pozos de la comunidad: (1) que la distancia media que tenga que caminar la población sea lo más corta posible; (2) que el agua vertida pueda desaguar fácilmente a distancia del pozo para evitar

FIGURA 1



la formación de un lodazal.

En la región de Ban Me Thout, se dejó la elección final a los aldeanos en todos los casos. El agua se encontró en cantidades variables en todos los sitios elegidos. (Véase "Cómo Obtener Agua de Suelo de Pozos y Manantiales")

Comienzo de la perforación

Se arma el trípode sobre el lug del pozo (véase la Fig. 1). Se entierran sus patas en agujeros superficiales reforzándolas con tierra apretada para evitar que se muevan. Para tener la seguridad de que se comienza el pozo verticalmente, se cuelga una plomada (una piedra atada al extremo de una cuerda sirve bien) de la guía del taladro, en la barra transversal para localizar el punto de partida exacto. Es recomendable cavar un pequeño agujero inicial antes de colocar el taladro.

La perforación

La perforación se efectúa encajando con fuerza hacia abajo el taladro para que penetre en la tierra y luego haciéndolo girar por medio del mango de madera para desprenderlo del agujero antes de levantarlo para repetir el proceso. Esto es algo difícil hasta que el taladro ha penetrado de 30 a 60 cm. y debe hacerse con cuidado hasta que el hoyo mismo comience a guiar al taladro. Usualmente dos o tres hombres trabajan juntos con el taladro. Un sistema que dio buenos resultados fue el de emplear tres hombres, dos trabajando mientras el tercero descansaba, y luego alternándolos.

A medida que el taladro penetre a mayor profundidad será necesario ajustar de vez en vez el mango a la altura más conveniente. Todas las llaves de tuercas y otras herramientas pequeñas que se usen deberán atarse por medio de una cuerda larga al trípode con el fin de que si caen accidentalmente al pozo sea fácil recuperarlas. Puesto que la tierra del área de Ban Me Thout se pegaba al taladro, fue preciso tener siempre una pequeña cantidad de agua en el hoyo para lubricarlo.

Para vaciar la barrena:

Cada vez que la barrena se clave con fuerza y se haga girar en el hoyo, deberá observarse la penetración que se haya logrado. Al comenzar con la barrena vacía la mayor penetración se logra con el primer golpe y disminuye progresivamente en

cada golpe sucesivo a medida que la tierra se apricta en forma cada vez más compacta dentro de la barrena. Cuando el avance se hace demasiado lento, es hora de sacar la barrena a la superficie y vaciarla. Según la composición del suelo que se perfora, la barrena podrá estar completamente llena o tener 30 cm o menos de material en su interior al ser vaciada. Con un poco de experiencia se sabrá instintivamente cuándo deberá sacarse la barrena para vaciarla. Como el material dentro de la barrena está más compacto al fondo, es usualmente más fácil vaciarla insertando el limpiador de la barrena en la ranura al lado de la misma un poco hacia abajo, y empujando el material hacia afuera por la parte superior de la barrena en varias etapas. Al sacar la barrena del agujero para vaciarla, usualmente se apoya contra el trípode, pues es más rápido y fácil hacerlo así que tratar de tenderla en el suelo.

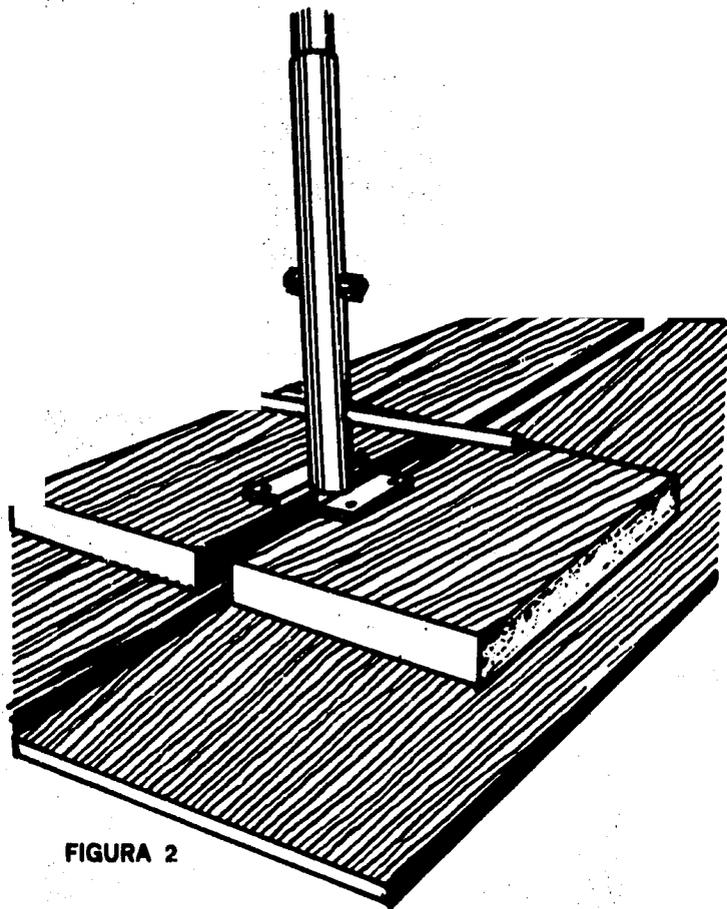


FIGURA 2

acoplamiento y separación de las extensiones

Las extensiones se enlazan introduciendo simplemente el extremo pequeño de una de ellas en el

extremo grande de la otra y sujetándolas con un perno de 10 mm. Se ha encontrado que es suficiente y que ahorra tiempo sencillamente apretar la tuerca a mano en lugar de hacerlo con una llave.

Cada vez que se saca la barrena para vaciarla, hay que desmontar las extensiones. Por esta razón se han hecho lo más largas posibles para reducir al mínimo el número de juntas. Así a una profundidad de 18.3 metros, hay solamente dos juntas que separar al sacar la barrena.

Para efectuar la operación con seguridad y rapidez, siga el siguiente procedimiento al acoplar y separar. Al sacar la barrena, hágala subir hasta que una de las juntas quede arriba del suelo y coloque el soporte de la barrena en su lugar (véanse las figuras 2 y 3) montado en la extensión, de modo que la parte inferior de la unión descansa sobre la pequeña plancha de metal. El siguiente paso consiste en colocar la varilla de seguridad (véase la figura 4) en el agujero inferior de la unión y asegurarla con una claveta o un pedazo de alambre. El propósito de la varilla de seguridad es impedir que la barrena caiga al pozo en caso de que un golpe la llegara a desprender de su soporte o de que se soltara al ser izada.

Una vez que la varilla de seguridad esté en su lugar, quítese el perno de la unión y sepárese la extensión superior de la inferior. Apoye la parte superior de la extensión sobre el trípode entre las dos clavijas de madera de las patas delanteras, y apoye la inferior en la bandeja de herramientas (véanse figuras 5 y 6). El motivo por el cual se apoyan las extensiones en la bandeja de herramientas es evitar que la tierra se adhiera a los extremos inferiores, dificultando la tarea de acoplar y separar las extensiones.

Para acoplar las extensiones después de haber vaciado la barrena, se sigue el procedimiento de la separación pero exactamente a la inversa.

Perforación en roca

Cuando se topa con roca u otras substancias que la barrena no puede atravesar, se deben emplear brocas de perforación pesada.

Profundidad del pozo

La rapidez con que pueda sacarse agua de un pozo es aproximadamente proporcional a la profun-

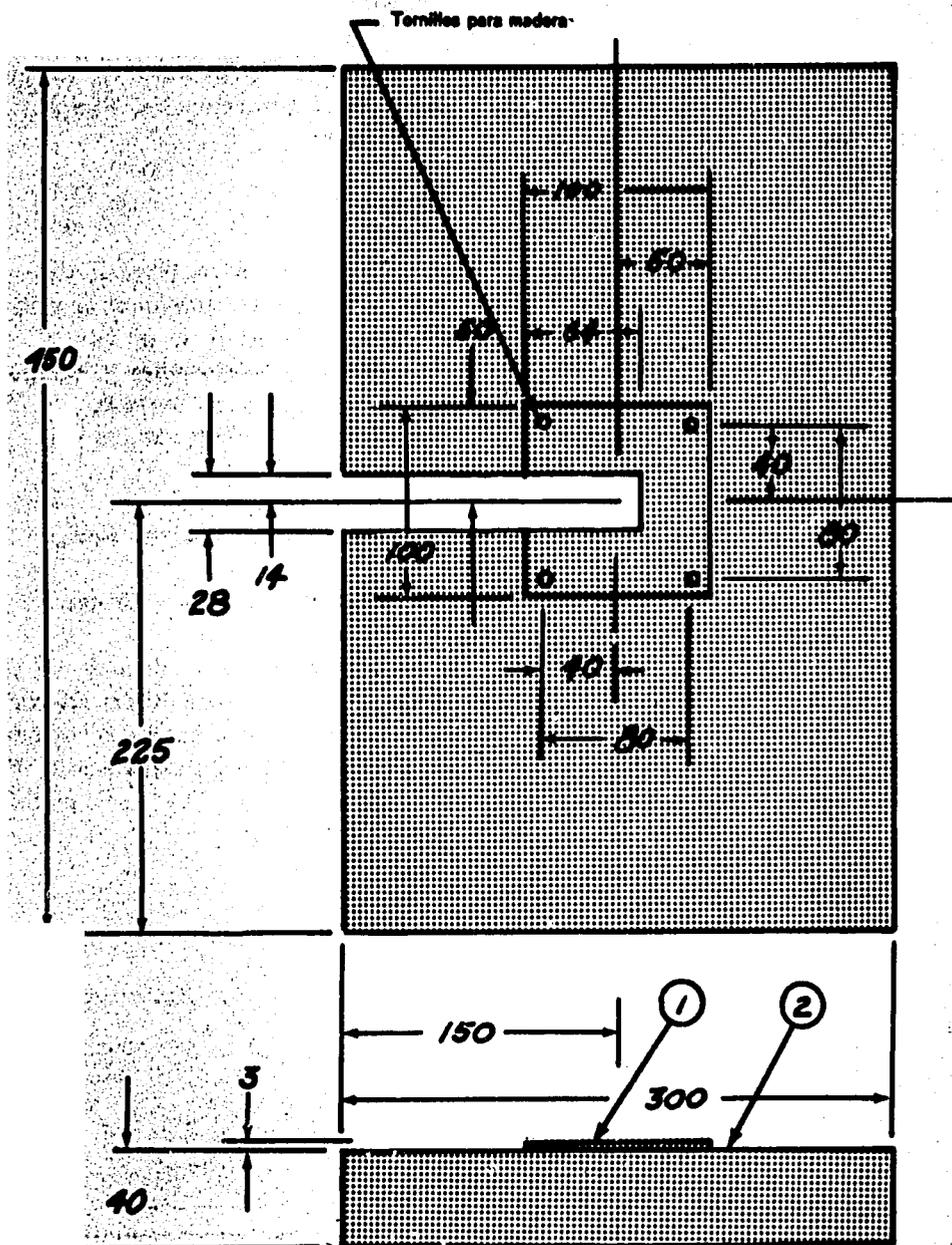


FIGURA 3 SOPORTE DE LA BARRENA

ala 1/4 del tamaño

Material: 1 Acero dulce

2 Madera dura

Medidas en milímetros

idad del mismo bajo el nivel hidrostático, siempre y que el pozo siga adentrándose en suelo acuífero. Sin embargo, en los pozos de comunidades en las cuales el agua puede sacarse únicamente con lentitud por medio de una bomba de mano o con un cubo, esto no suele tener gran importancia. El punto importante es que en regiones donde el manto acuífero varía en diferentes épocas del año,

el pozo debe ser suficientemente profundo para proporcionar agua todo el tiempo.

Se pueden obtener datos sobre las variaciones que sufra el manto acuífero, de los pozos ya existentes, o tal vez sea necesario excavar un pozo antes de poder obtener informe alguno. En este último caso el pozo deberá ser suficientemente profundo para permitir un descenso del nivel acuífero.

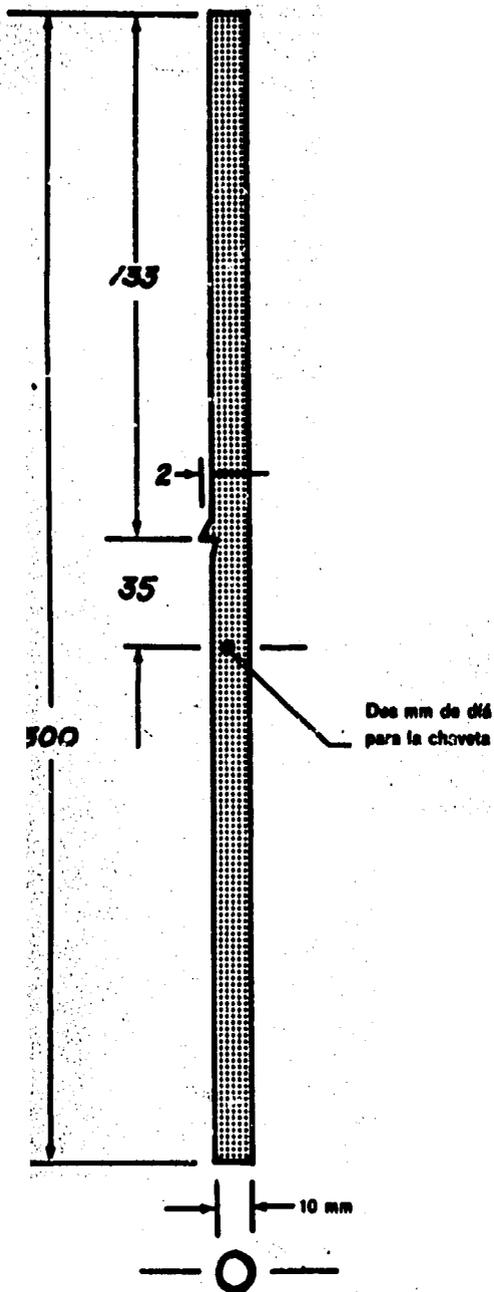


FIGURA 4 VARILLA DE SEGURIDAD

Escala: 1/2 del tamaño Material: Acero dulce
Medidas en milímetros

Fuente de Información:

Informe de Richard G. Koegel, Servicios voluntarios Internacionales, Ban Me Thout, Vietnam, 1959 (mimeo)

Equipo

La sección a continuación proporciona detalles para construir el equipo que se utiliza con el Método B para perforación de pozos:

1. Barrena, Extensiones y Mango
2. Limpiador para barrena
3. Escariador Desmontable
4. Trípode y Polea
5. Balde para Agua
6. Broca para Taladrar Roca

Barrena, Extensiones y Mango

La barrena se modela de un tubo de acero de peso estándar y unos 10 cm. de diámetro (véase la Fig. 8). Los tubos ligeros no tienen la fuerza suficiente. Las extensiones (Véase la Fig. 9) y el mango (véase la Fig. 10) hacen posible practicar agujeros profundos.

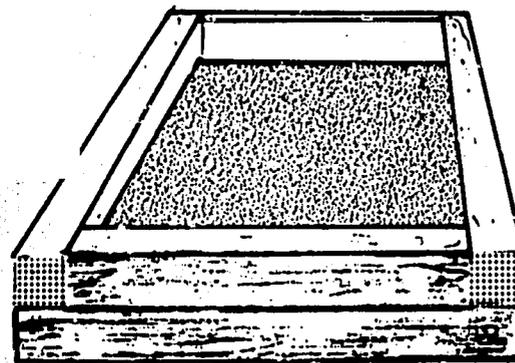
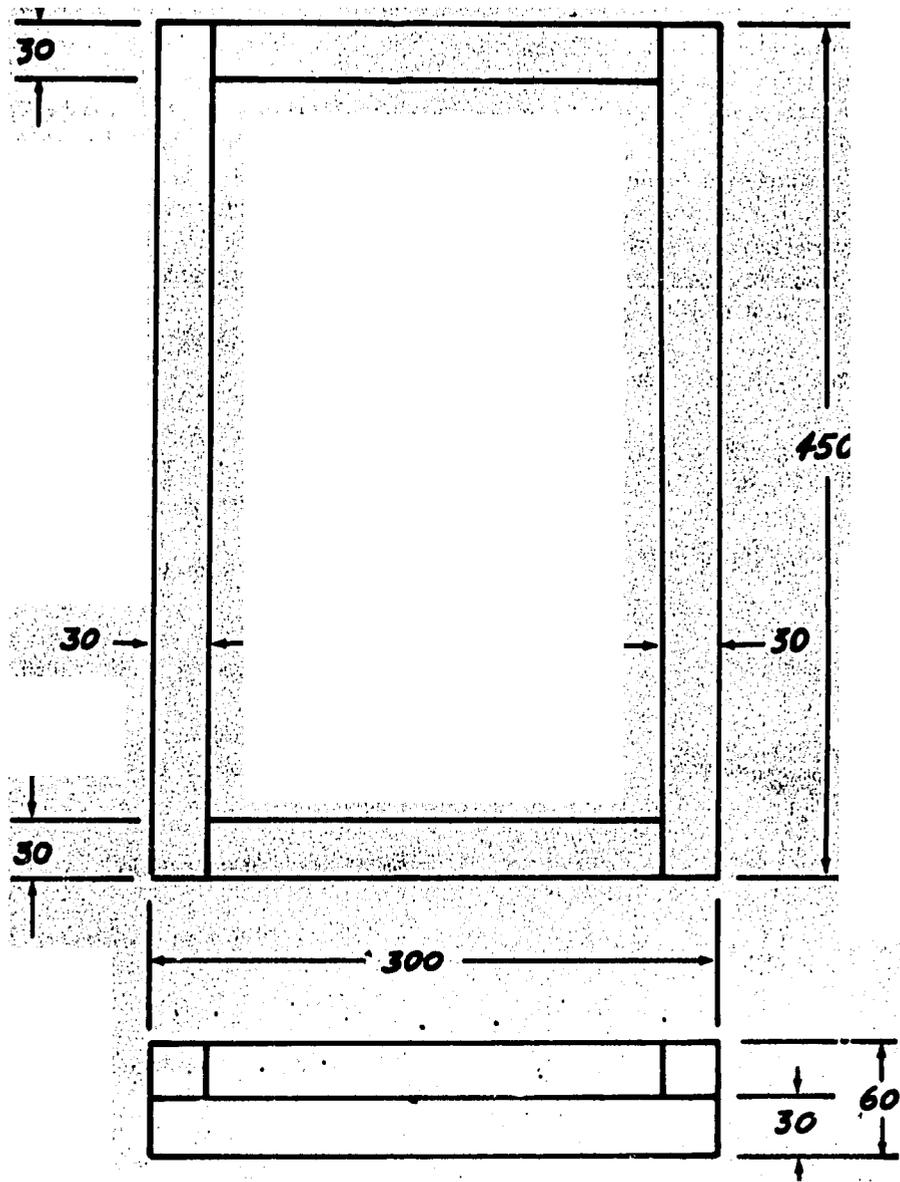


FIGURA 5 BANDEJA DE HERRAMIENTAS



BANDEJA DE HERRAMIENTAS
 Escala 1/4 del tamaño Material: Med
 Medidas en milímetros

FIGURA 6

Herramientas y materiales

- Tubo de 10 cm de diámetro, y 120 cm de largo, para la barrena.
- Tubo de 34 mm de diámetro exterior (25 mm de diámetro interior); 3 ó 4 secciones de 30 cm de largo, para la barrena y la junta de enchufe de la extensión.
- Tubo de 26 mm de diámetro exterior (19 mm de diámetro interior); 3 ó 4 secciones de 6.1 ó 6.4 metros de largo, para extensiones.
- Tubo de 18 mm de diámetro exterior (13 mm de diámetro interior); 3 ó 4 secciones de 6 cm de largo.
- Madera dura de 4 cm x 8 cm x 50 cm para el mango.
- Acero dulce de 3 mm x 8 cm x 15 cm.
- 4 Pernos de 1 cm de diámetro y 10 cm de largo.
- 4 Tuercas.
- Herramientas de mano y equipo para soldar.

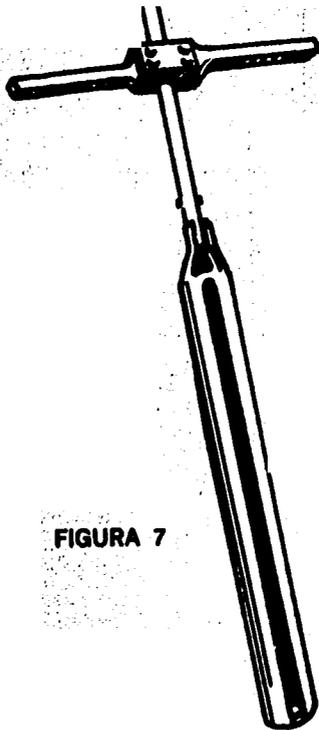


FIGURA 7

Para hacer la barrena, en uno de los extremos del tubo de 10 cm se corta el filo acampanado dentados para perforar. El otro extremo se corta, dobla

y suelda a una sección de tubo de 34 mm de diámetro exterior (25 mm de diámetro interior), el cual forma una junta de enchufe para las extensiones de la tubería de la barrena. Una ranura que se extiende a lo largo de casi toda la barrena se usa para desalojar la tierra. Los dobleces quedan más fuertes y se hacen más fácilmente cuando el metal está caliente. Originalmente se empleó una barrena con dos filos similares a los de un taladro para hacer agujeros para postes; pero se tapaba y ya no cortaba limpiamente. En algunos terrenos, este tipo de barrena podría resultar más eficaz.

Limpiador de la barrena

Se puede desalojar la tierra de la barrena fácilmente con este limpiador para barrenas (véase la Fig. 11). La Figura 12 proporciona los detalles para construirlo.

Herramientas y materiales

- Acero dulce de 10 cm por lado y 3 mm de espesor
- Varilla de acero de 1 cm de diámetro y 52 cm de largo.
- Equipo para soldar.
- Sierra para cortar metales.
- Lima

Escariador desmontable

Si es menester ensanchar el diámetro de un hoyo taladrado, el escariador desmontable descrito a continuación puede acoplarse a la barrena.

Herramientas y materiales

- Acero dulce de 20 cm x 5 cm x 6 mm, para escariar un pozo a un diámetro de 19 cm
- 2 Pernos de 8 mm de diámetro y 10 cm de largo
- Sierra para cortar metales.
- Taladro.
- Lima.
- Martillo
- Tornillo de banco

El escariador se monta en la parte superior del taladro con dos pernos de gancho. (Véase la Fig. 13) Se hace de una pieza de acero 1 cm mayor que el diámetro deseado del pozo (véase la Fig. 14).

Una vez que se ha afianzado el escariador a la parte superior del taladro, se tapa el fondo de éste con lodo o con un trozo de madera para que

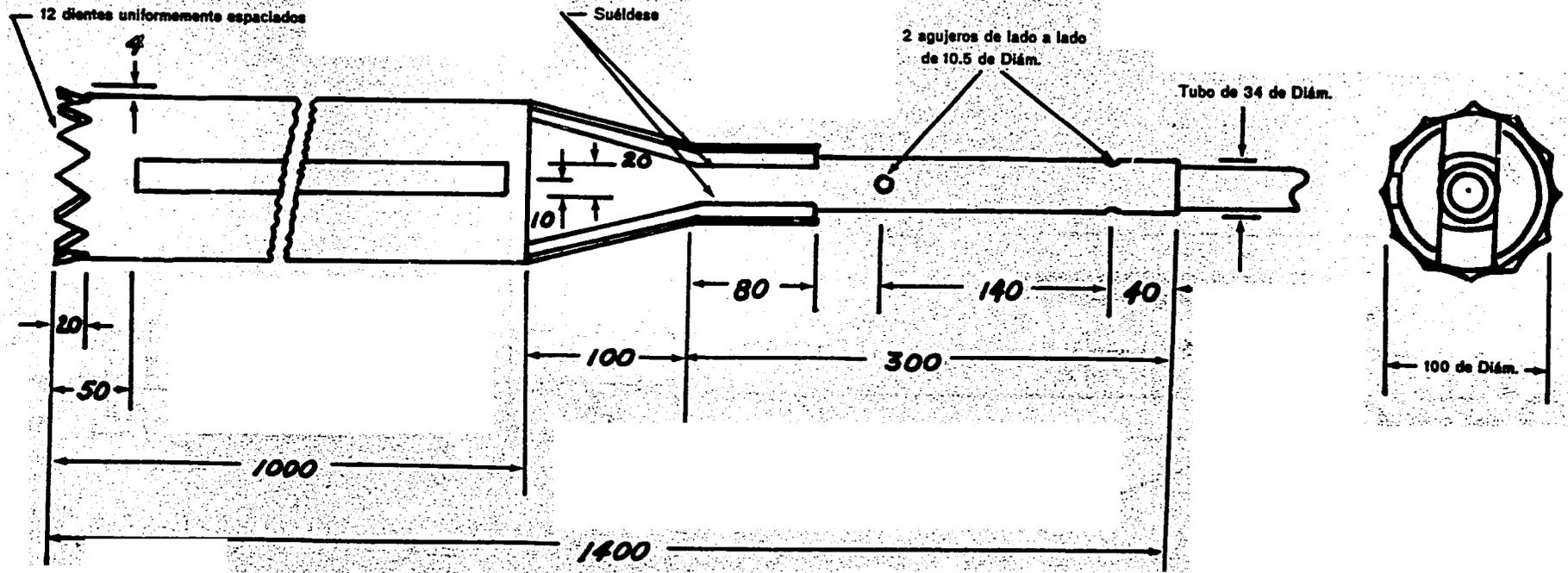


FIGURA 8 CABEZA CON FILO DENTADO, BARRENA PARA POZOS

Escala: 1/4 del tamaño Material: Acero dulce
Medidas en milímetros

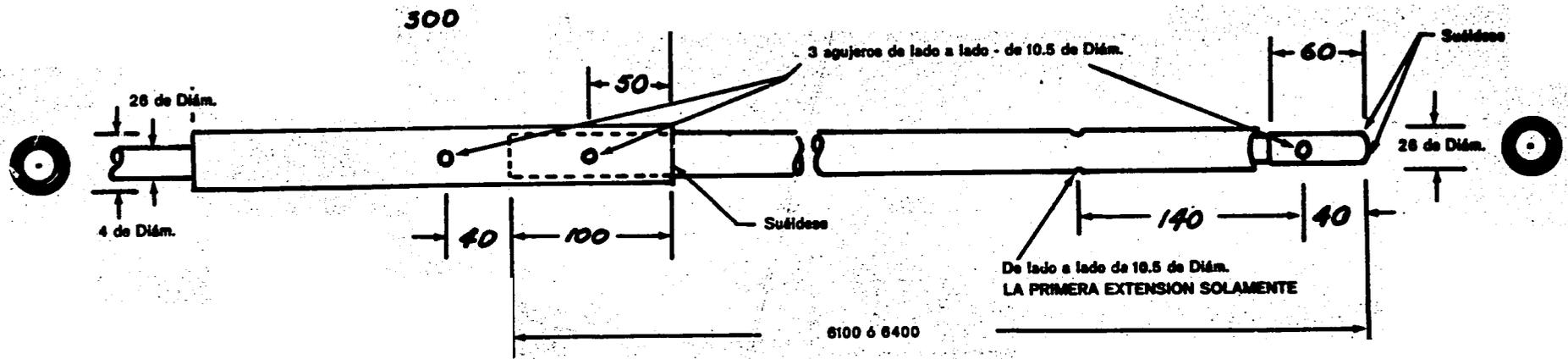


FIGURA 9 EXTENSION DE LA BARRENA PARA PERFORAR POZOS
Escala 1/4 del tamaño Material: Acero dulce
Nota: Se pueden omitir en la última extensión las reducciones de 34 de Diám.
Medidas en milímetros

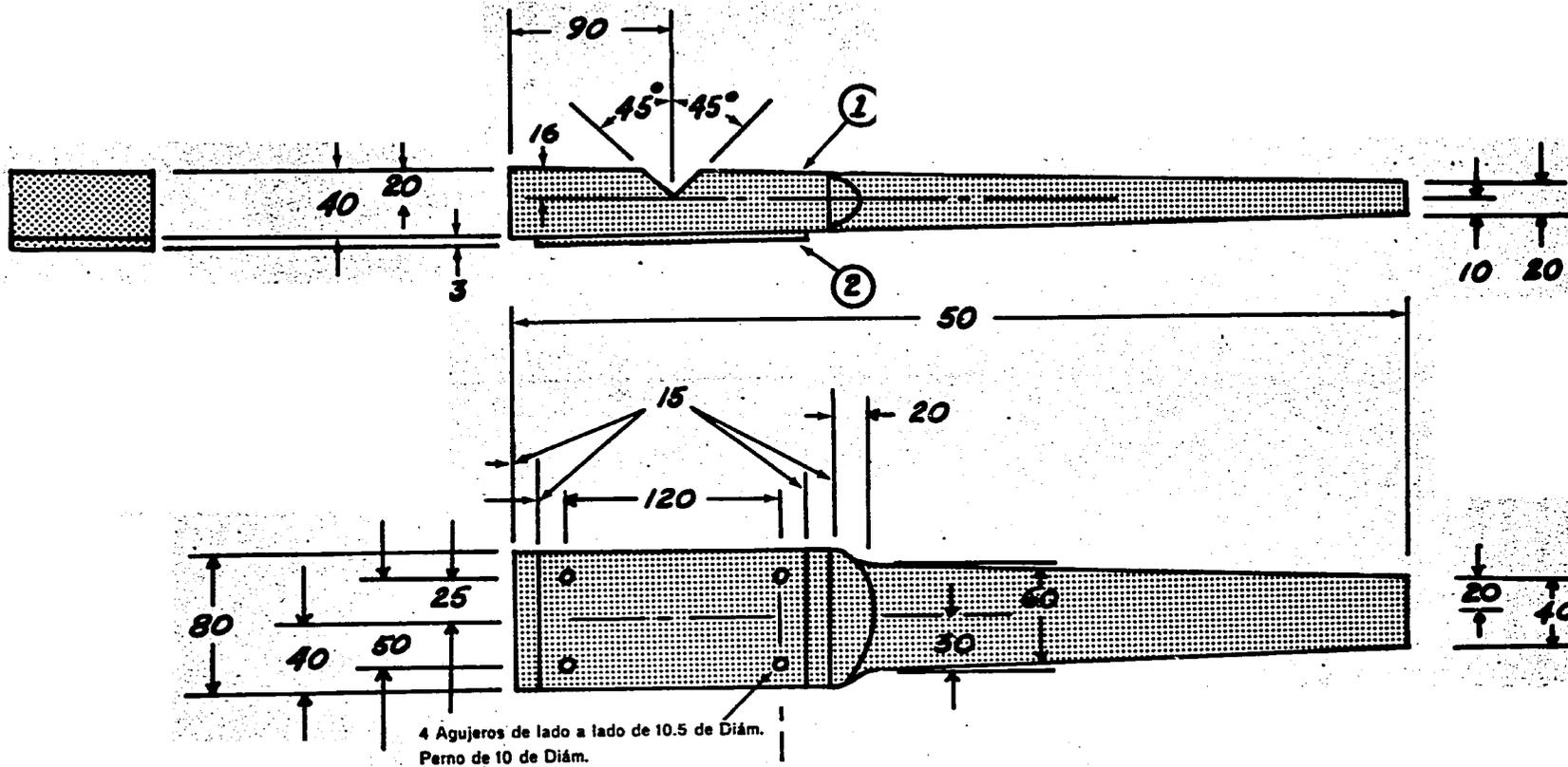


FIGURA 10 MANGO DE LA BARRENA PARA PERFORAR POZOS

lota: Se requieren dos para cada pozo

escala 1/4 del tamaño

Material: 1 Madera dura

2 Acero dulce

Medidas en milímetros

la tierra que se desplaza quede dentro del taladro.

Para escariar, se hace girar el taladro aplicando una leve presión hacia abajo. Deberá vaciarse antes de que esté demasiado lleno con objeto de evitar que caiga demasiada tierra al fondo del pozo al sacar el taladro.

Debido a que la profundidad de un pozo es más importante que su diámetro para determinar la corriente, y a que el duplicar el diámetro significaría sacar una cantidad de tierra cuatro veces mayor, solamente en circunstancias especiales deberán tomarse en consideración los pozos de diámetros mayores. (Véase "Entubado para pozos y plataformas", p. 11).

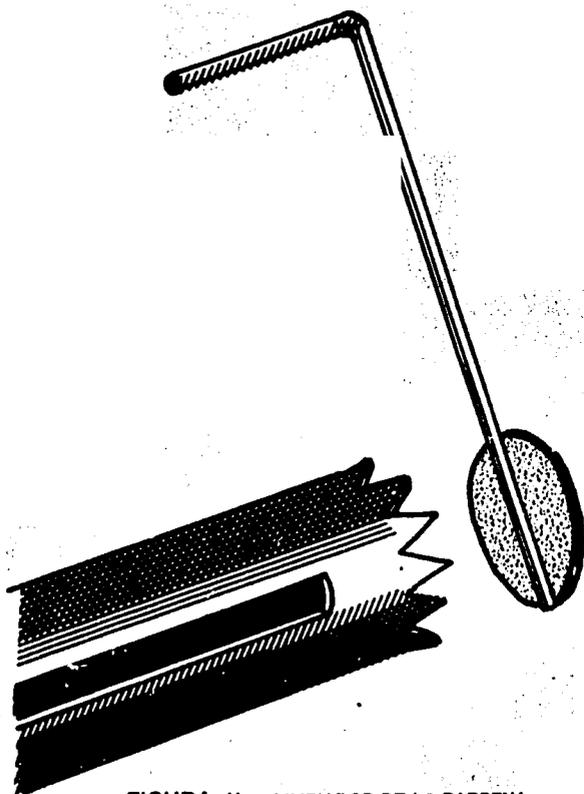


FIGURA 11 LIMPIADOR DE LA BARRENA

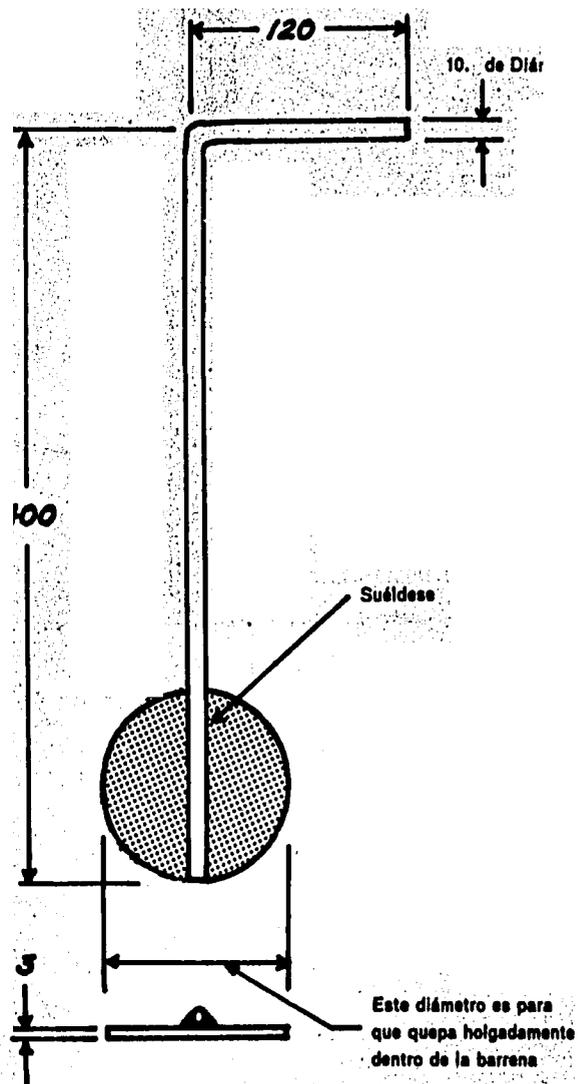


FIGURA 12

Escala 1/4 del tamaño

Material: Acero dulce

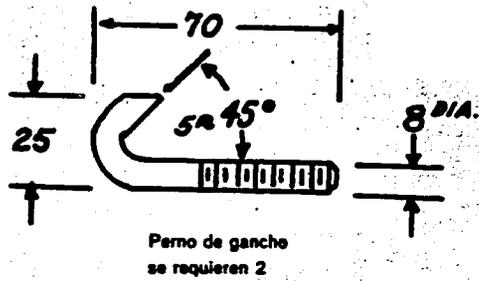


FIGURA 13

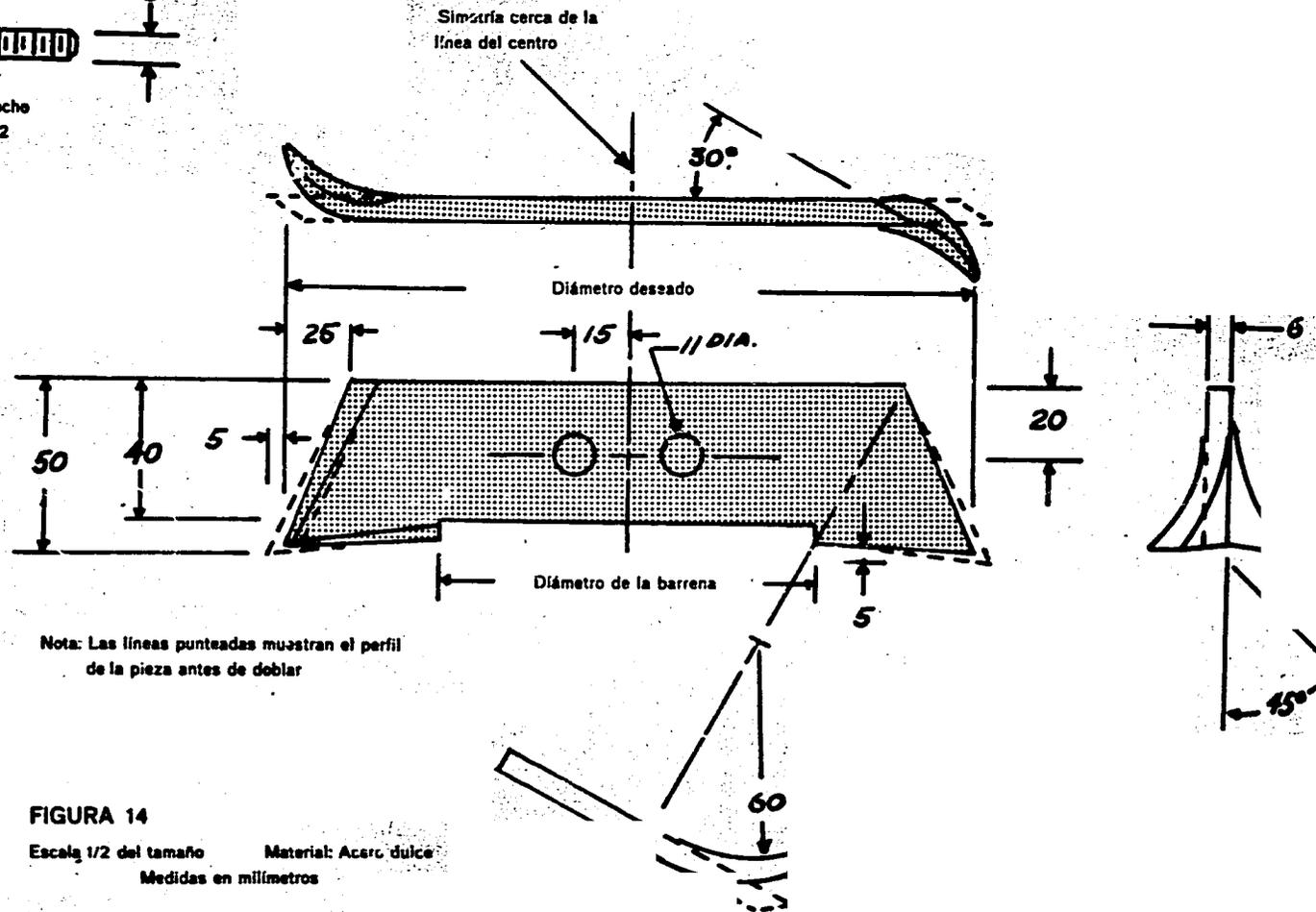
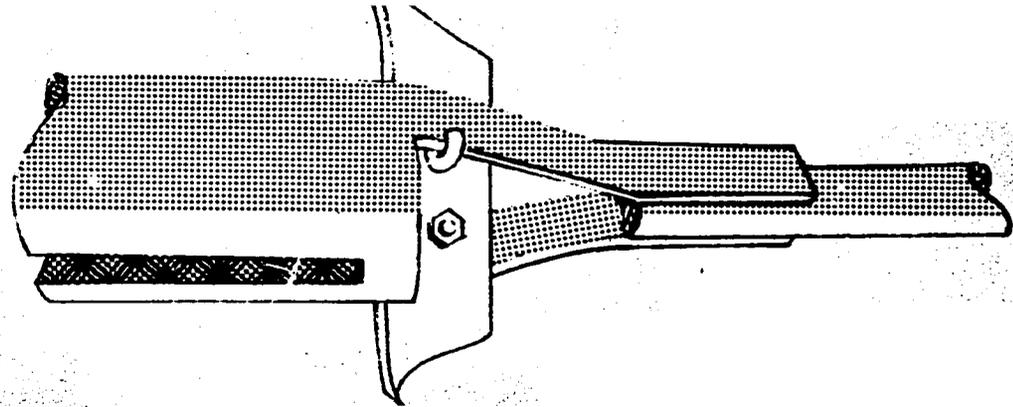


FIGURA 14

Escala 1/2 del tamaño Material: Acero dulce
Medidas en milímetros

Trípode y polea

El trípode (ver Figuras 15 y 16), que se hace de postes y se arma con pernos de 16 mm, tiene tres funciones: (1) sostener la extensión de la barrena cuando sobresalga mucho del suelo; (2) proporcionar un montaje para la polea (ver Figuras 17 y 19) que se emplea con la broca y el cubo extractor; y (3) proporcionar un lugar elevado para apoyar las secciones largas de entubado de retención, tubos para bomba, o extensiones de los taladros mientras se ponen dentro, o sacan del pozo.

Cuando se pone una chaveta o un perno en los agujeros de los dos extremos de la ménsula en forma de "L" de la polea (ver Figuras 15 y 18) que se extiende horizontalmente fuera del frente del travesaño del trípode, se forma una guía suelta para la parte superior de la extensión de la barrena. Para evitar que se caigan las extensiones cuando se las recarga en el trípode, dos estaquillas de madera de 30 cm de largo se clavan en agujeros taladrados cerca del extremo superior de las dos pértigas delanteras del trípode (véase la Fig. 19).

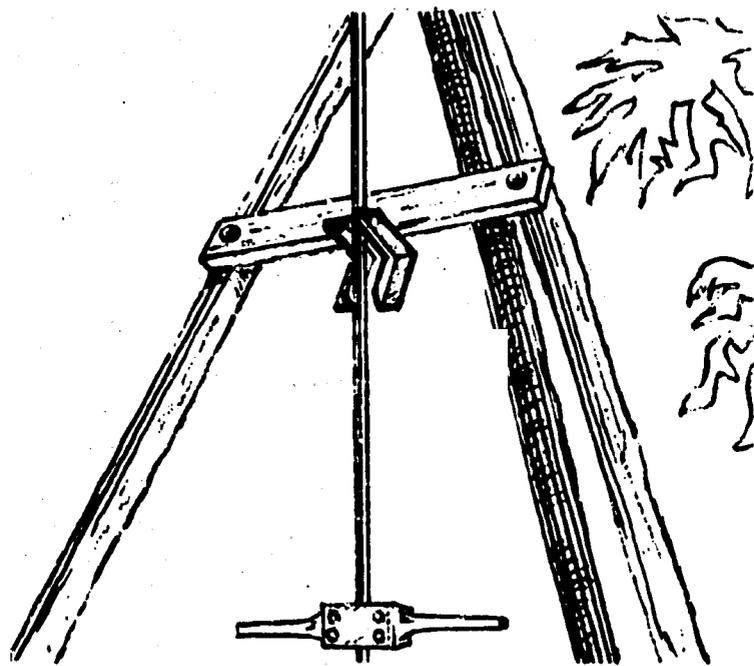


FIGURA 15

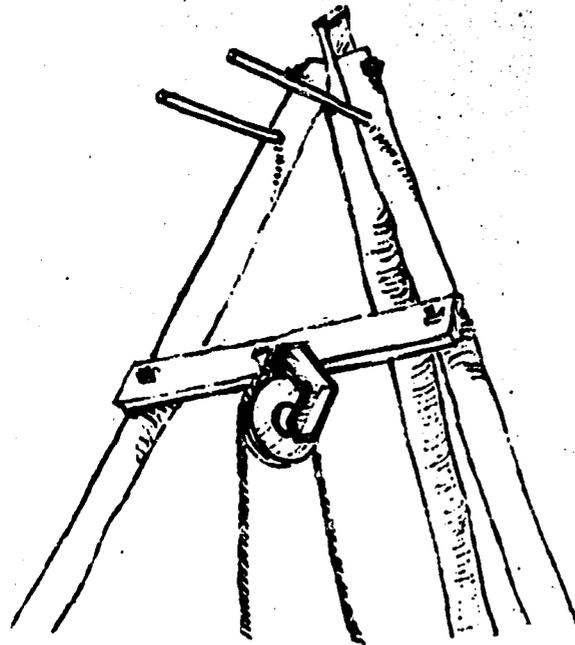
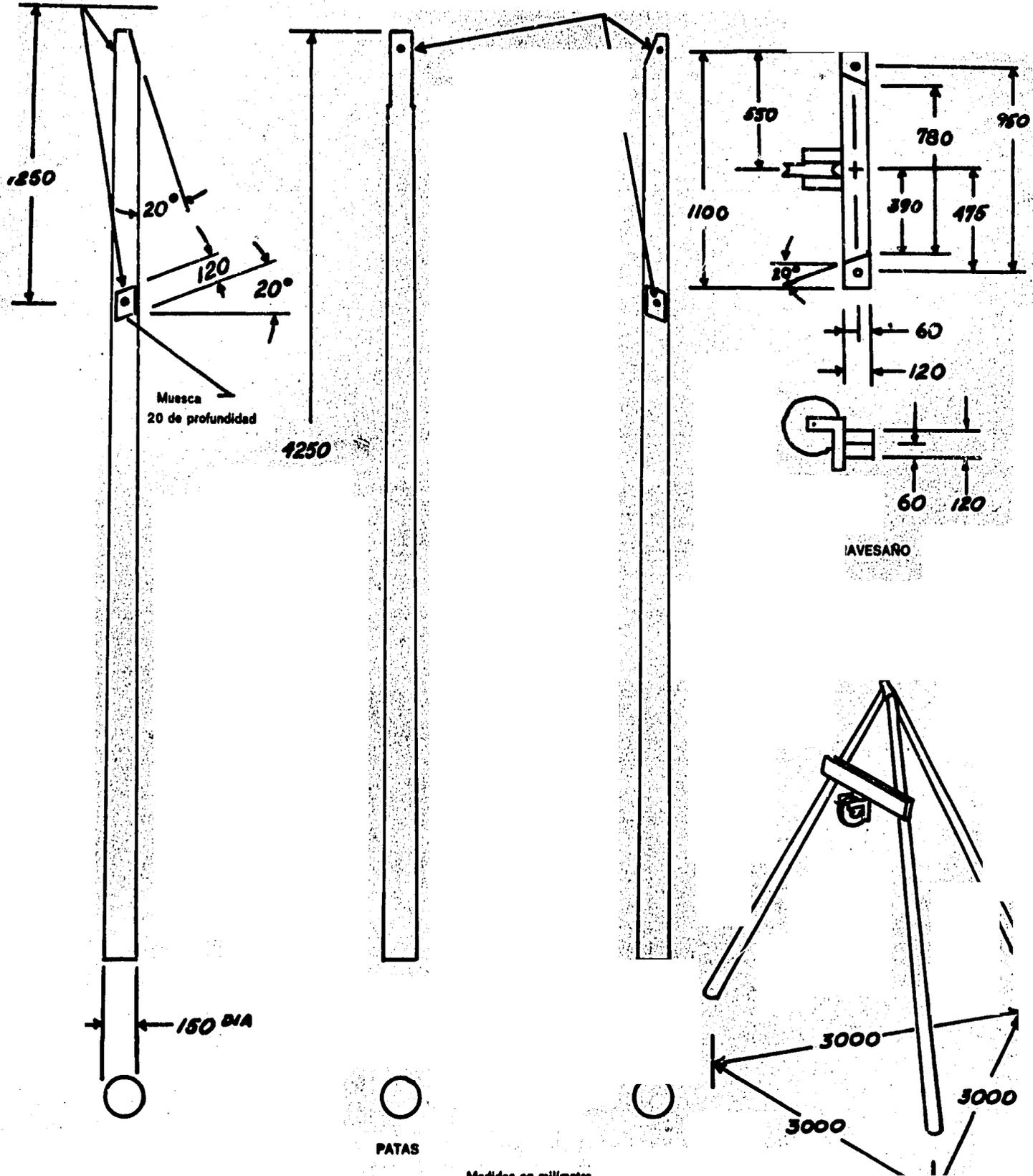


FIGURA 16

Herramientas y materiales

- 3 postes de 15 cm de diámetro y 4.25 metros de largo.
- Madera de 1.1 m. x 12 cm en cuadro para el travesaño.
- Para la roldana:
 - Madera de 25 cm de diámetro y 5 cm de espesor.
 - Tubo de 1.25 cm de diámetro interior, y 5 cm de largo.
 - Perno del eje, para ajustar bien, dentro del tubo de 1.25 cm
 - Hierro angular de 80 cm de largo, lados de 50 cm, y 5 mm de espesor.
- 4 pernos de 12 mm de diámetro, 14 cm de largo; tuercas y arandelas.
- Perno de 16 mm de diámetro y 40 cm de largo; tuercas y arandelas.
- 2 Pernos de 16 mm de diámetro y 25 cm de largo; tuercas y arandelas.

Taládranse 5 agujeros que atraviesen el centro de la postes para armarlos con pernos de 16 de Diám.



PATAS

Medidas en milimetro

FIGURA 17

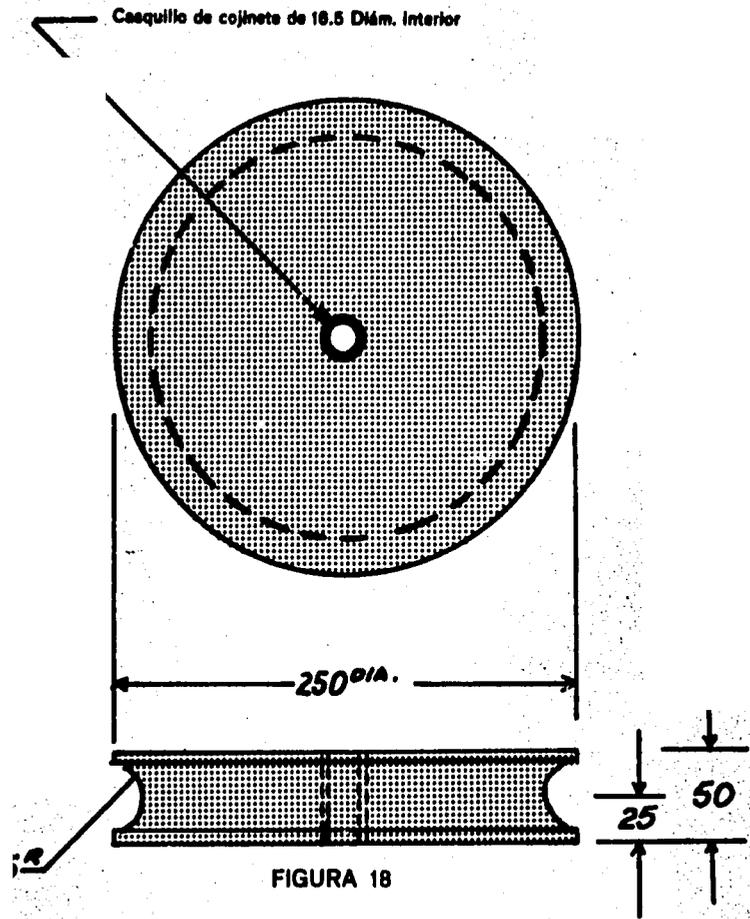


FIGURA 18

Escala: 1/4 del tamaño Material: Madera dura
Medidas en milímetros

Nota: Dos partes, ésta y su imagen reflejada en un espejo hacen un soporte para la polea. (Véase el dibujo del trípode.) Afíñase al travesaño con pernos de 12 Diám.

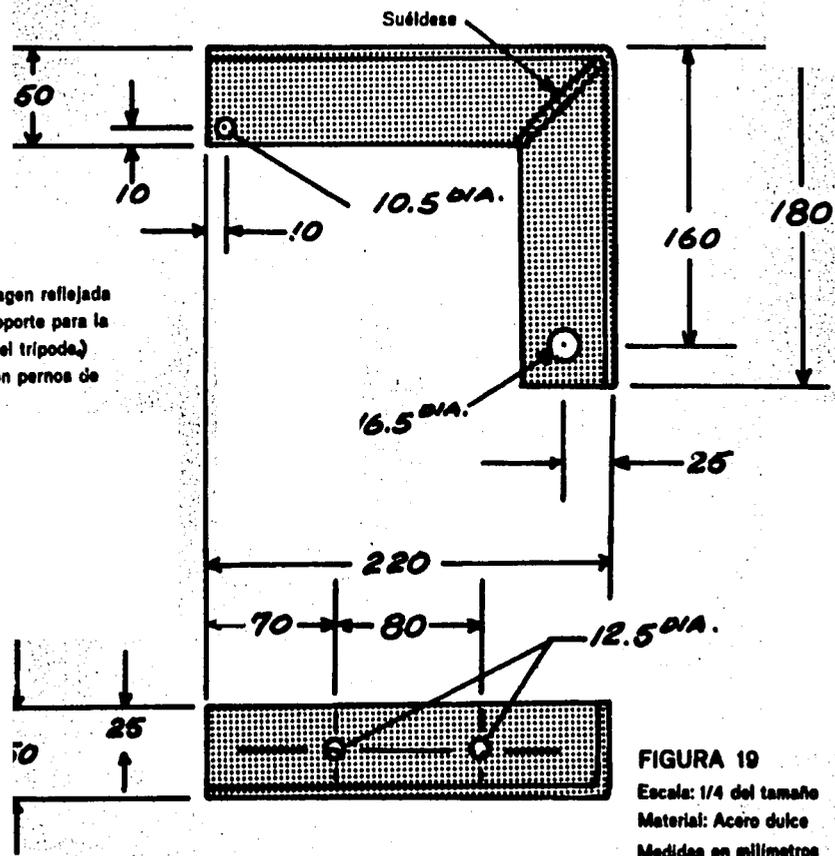


FIGURA 19

Escala: 1/4 del tamaño
Material: Acero dulce
Medidas en milímetros

Cubo extractor

El cubo extractor se puede utilizar para sacar la tierra del hoyo del pozo cuando ésta está demasiado suelta para poder sacarla con la barrena.

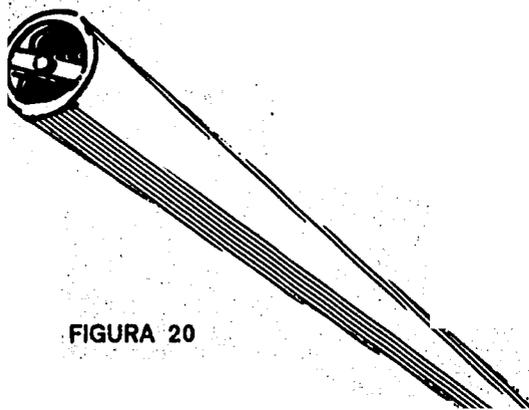


FIGURA 20

Herramientas y materiales

Tubo de unos 8.5 cm. de diámetro —1 a 2 cm. menor en diámetro que la barrena, y de 180 cm. de largo.

Varilla de acero de 10 mm. de diámetro y 25 cm. de largo para el extractor (agarrador).

Plancha de acero de 10 cm. por lado, de 4 mm. de espesor.

Barra de acero de 10 cm. x 1 cm. x 5 mm.

Tornillo para metales de 3 mm. de diámetro, 16 mm. de largo; tuerca y arandela.

Cámara de neumático de camión de 4 mm. de espesor, de 10 mm. por lado.

Equipo para soldar.

Taladro, sierra para cortar metales, matillo, tornillo de banco, lima.

Cuerda.

Se probaron tubos de peso estándar y tubería de pared delgada para el extractor. Los primeros, más pesados, fueron más difíciles de usar, pero dieron mejores resultados y resistieron mejor el uso. Tanto el fondo de acero del cubo como la válvula de goma deberán hacerse gruesos puesto que reciben un trato bastante rudo. El fondo de metal está reforzado con un travesaño soldado en su lugar (véanse las Figuras 20 y 21).

Cómo emplear el cubo extractor

Cuando se llega al agua y la tierra desprendida ya no es lo suficientemente firme para que la barrena la pueda sacar, deberá usarse el cubo extractor para limpiar el pozo conforme avanza la obra. Para usar el cubo extractor, se monta la polea en su ménsula, empleando como eje un perno de 16 mm. La cuerda que se ata al cubo extractor se pasa entonces por las poleas y se baja el cubo al pozo. La ménsula de la polea está construida en tal forma que la cuerda que sale de la polea se alinea verticalmente con el pozo, de modo que no hay necesidad de mover el trípode.

Se hace descender el cubo al pozo, de preferencia por dos hombres, y se le deja que caiga el último metro o metro y medio para que golpee el fondo con algo de velocidad. El impacto hará que algo de la tierra suelta del fondo entre al cubo. Entonces se levanta y se deja caer repetidamente al cubo desde una altura de uno o dos metros para que recoja más material. La experiencia mostrará cuánto tiempo deberá repetirse esta operación para recoger toda la tierra que sea posible antes de sacar y vaciar el cubo. Dos o más hombres pueden levantar el cubo, cuyo contenido debe descargarse a distancia del pozo para no estropear el área de trabajo.

Si la tierra está demasiado suelta para que se saque con la barrena, pero demasiado aterronada para que entre en el cubo, vierta un poco de agua en el pozo para acondicionarla.

Barreno para taladrar roca

El barreno (o broca) descrito a continuación ha sido utilizado para perforar capas de roca sedimentaria hasta de 11 metros de espesor.

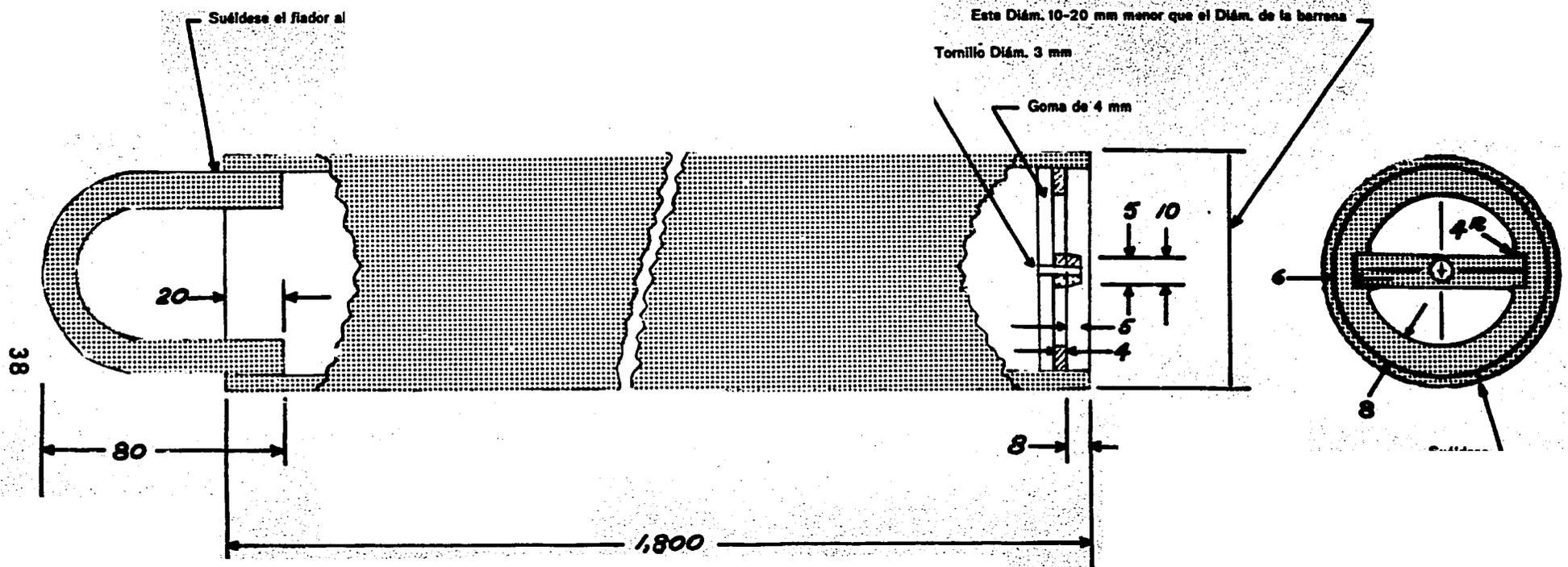


FIGURA 21
 escala: 1/2 del tamaño Material: Acero dulce
 Medidas en milímetros

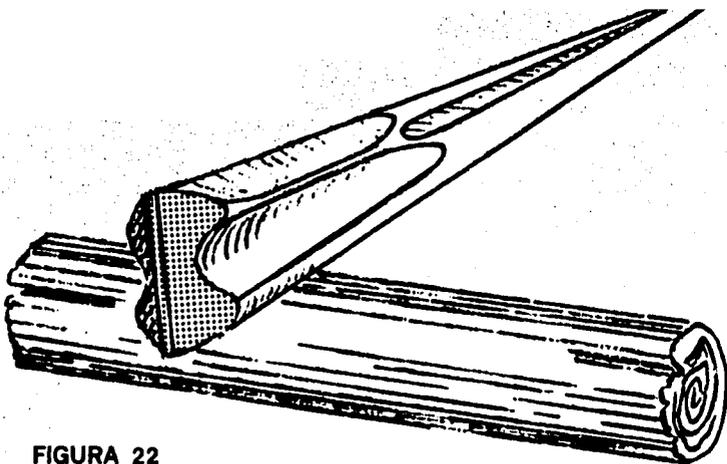


FIGURA 22

Barreno (o broca) pesado para perforar roca

Herramientas y materiales

Barra de acero dulce de unos 7 cm. de diámetro y de 1.5 metros de largo, aproximadamente, y con un peso de unos 80 kg.

Inserción de estelita (una clase muy dura de acero para herramientas) para el filo.

Yunque y martillos, para moldear.

Varilla de acero de 2.5 cm. x 2 cm. x 50 cm. para el asa.

Equipo para soldar.

El barreno para taladrar piedra y formaciones duras se hace con la barra de acero de 80 kg. (Véase las Figuras 22 y 23) El filo cortante de 90° se recubre con una superficie dura de estelita y en su parte superior se suelda un asa (o manija) para atar una cuerda. El asa deberá ser suficientemente grande para facilitar la recuperación del barreno si la cuerda llegara a romperse. Al principio se usó una cuerda de 2.5 cm., pero estaba sujeta a un desgaste considerable al trabajar entre el agua y el lodo. Un cable de acero de 1 cm. se utilizó en su lugar, pero no fue usado el tiempo suficiente para comprobar si era mejor el cable o la cuerda. Una ventaja de la cuerda es que ésta da un vuelco al final de cada caída, el cual hace girar el barreno evitando que se quede adherido. Se monta un eslabón giratorio entre el barreno y la cuerda para permitir que el barreno gire.

Si se dificulta la obtención de una barra de este tamaño o resulta demasiado costosa, podrán intentarse fabricar una, soldando un extremo afilado de acero corto a un tubo que se haya rellenado

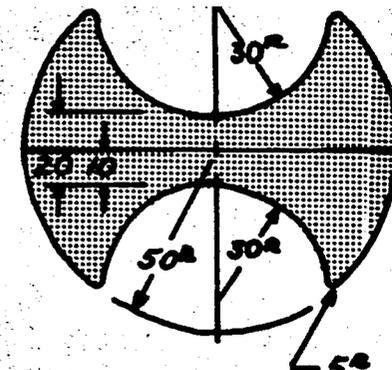
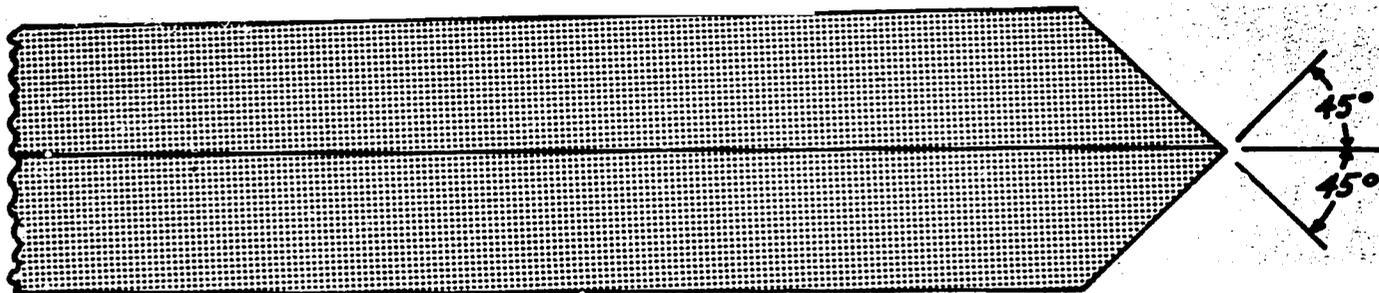
de hormigón para darle el peso deseado. Este procedimiento aun no ha sido puesto en práctica.

Para usar el barreno, la polea se coloca en su lugar como en el caso del cubo extractor, se ata el barreno a su cuerda o cable y se baja al pozo. Puesto que el barreno es pesado, deberá enrollarse la cuerda en la pata trasera del trípode, para que --por su peso-- el barreno no se escape de las manos de los trabajadores, con el riesgo de que lastime a alguno o dañe el equipo. Se encontró que la manera más fácil de levantar y bajar el barreno consistía en pasar la cuerda por la polea y luego amarrarla en línea recta hacia atrás, a un árbol a poste a la altura de los hombros o un poco más abajo. Los trabajadores se alinean entonces a lo largo de la cuerda y levantan el barreno presionando la cuerda hacia abajo; lo dejan caer dejando que la cuerda regrese rápidamente a su primera posición (ver Fig. 24). Para esto se necesitan de cinco a siete hombres; de vez en cuando algunos más ayudaban. Se precisan descansos frecuentes; por lo general después de cada 50 a 100 golpes. Debido a que el trabajo es más arduo cerca de los extremos de la cuerda que en el centro, debe alternarse la posición de los trabajadores con objeto de distribuir uniformemente el trabajo.

Debe dejarse una pequeña cantidad de agua en el gujero como lubricante y para que la piedra pulverizada forme con el agua una pasta que pueda sacarse a intervalos con el cubo. Demasiada agua obstaculiza la perforación.

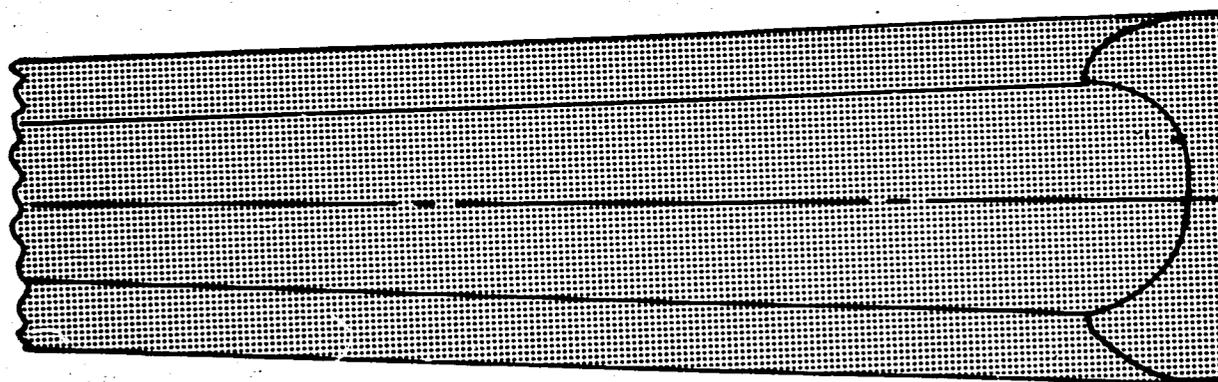
La velocidad de la perforación depende, naturalmente, del tipo de piedra que se encuentre. En la piedra blanda acuífera de la región de Ban Me Thout fue posible perforar cerca de 3 metros por día. Sin embargo, cuando se encuentra piedra dura como el basalto, el progreso se mide en centímetros. Entonces deberá decidirse si se continúa tratando de penetrar la roca o se comienza de nuevo en otro lugar. La experiencia del pasado indica que no debe llegarse precipitadamente a una decisión de abandonar un lugar, pues en varias ocasiones, lo que en apariencia eran capas delgadas de roca dura, pudieron penetrarse y la perforación continuó luego a buen ritmo.

Ocasionalmente, el barreno ha quedado atascado en el pozo y ha sido necesario emplear un sistema de palanca compuesto de un palo largo atado a la cuerda para sacarlo (véase la Fig. 25). En otras ocasiones se ha usado un malacate rudimentario hecho de un palo horizontal empleado para enredar la cuerda alrededor de otro palo vertical



NOTA: Reduzca todas las superficies hasta igualarlas con la superficie del resto de la barra,
de 400-500 mm atrás de la cabeza incisiva.

40



FILO CORTANTE DE SUPERFICIE ENDURECIDA

FIGURA 23

1/2 del tamaño Material: Acero dulce
Medidas en milímetros

apoyado en el suelo y sujeto por varios hombres (ver la Fig. 26). Cuando estos dos métodos fallaban, era necesario pedir prestada una grúa de cadena. Dos veces en que se permitió que la cuerda se desgastara demasiado, éste se rompió al tratar de sacar el barreno atascado. Fue necesario entonces fijar un gancho a una de las extensiones del taladro, unir un número suficiente de extensiones hasta alcanzar la profundidad deseada, y una vez enganchado el barreno, sacarlo con la grúa de cadena. Para este fin se puede usar también una cuerda o cable, pero es considerablemente más difícil enganchar el barreno.

3. Tire del extremo opuesto de la cuerda para tensarla y eche a andar la bobina. La cuerda se moverá con la bobina y levantará el barreno.
4. Permita que el extremo de la cuerda se afloje rápidamente para dejar caer el barreno.

Probablemente será necesario pulir o engrasar la bobina.

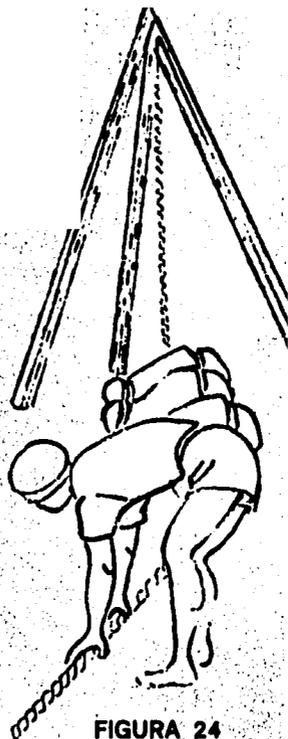


FIGURA 24

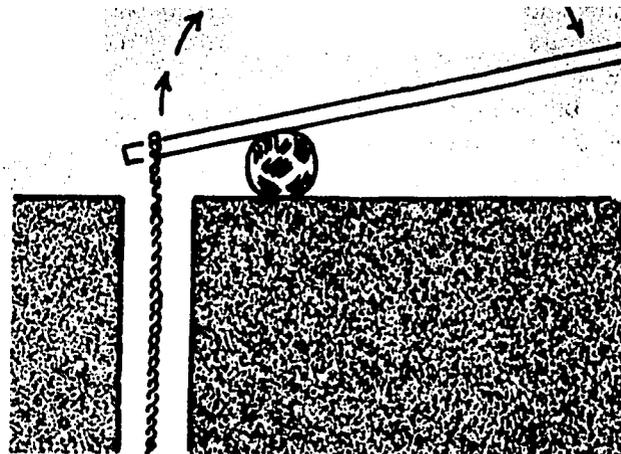


FIGURA 25

La perforación mecánica

Un método para izar y dejar caer el barreno mecánicamente, no empleado en el proyecto, pero que dio resultado en otras partes es el siguiente:

1. Levante con un gato mecánico la rueda trasera de un coche y coloque en lugar de la rueda una pequeña bobina de cable.
2. Tome la cuerda atada al barreno y pasando por el trípode y la polea enrédela flojamente en el bobina.

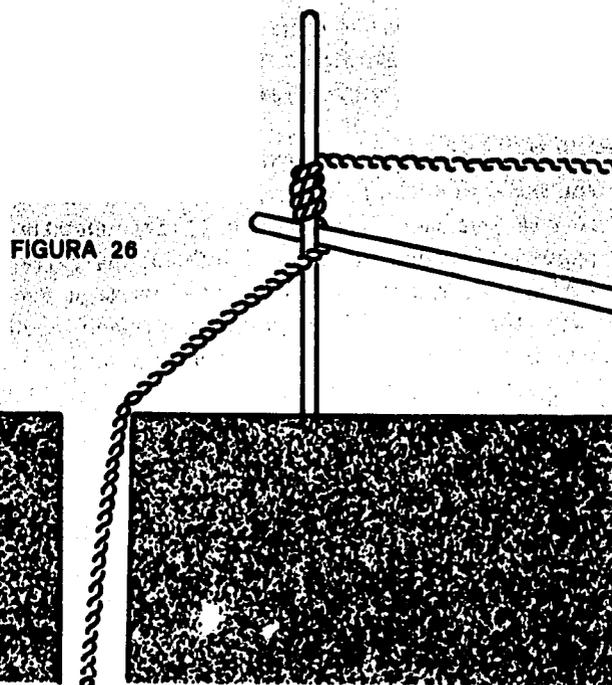


FIGURA 26

PERFORACION DE POZOS EN SECO CON CUBO EXTRACTOR

El método de extractor seco es un método sencillo y rápido para perforar pozos en tierra que no contiene rocas. Se puede usar en pozos de 5 cm. a 7.5 cm. de diámetro en los cuales se va a instalar tubería de acero. Para pozos de mayor diámetro, es un método rápido para extraer tierra seca antes de terminar la perforación con un extractor para suelos húmedos, un extractor de arena para pozos de tubo o una barrena de arena para pozos de tubo.

En el norte de Florida se excavó un agujero de 19.5 metros en menos de 3 horas con este método. El sistema da mejores resultados en terreno arenoso, según el autor de este párrafo, quien ha cavado 30 pozos usándolo.

Herramientas y materiales

Cubo para extracción en seco

Cuerda de 16 mm. ó 19 mm. de diámetro y de 6 a 9 metros más larga que el pozo más profundo a ser cavado.

3 Postes de 10 cm. de diámetro en el extremo más grueso y de 3 a 4.5 metros de largo.

Cadena, una sección pequeña.

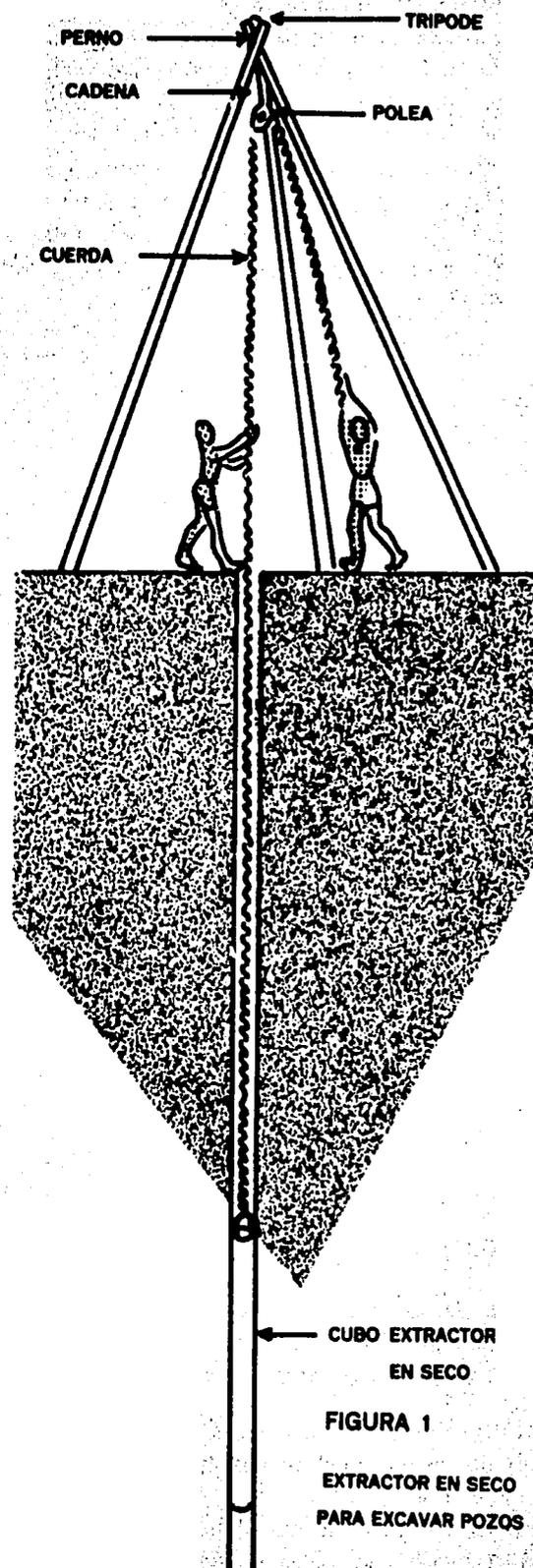
Polea.

Perno de 12.5 mm. de diámetro y de 30 a 35 cm. de largo (suficiente para abarcar, atravesándolos, los extremos superiores de los tres postes).

Se sostiene el cubo extractor en seco unos 10 cm. sobre el suelo, se centra sobre el sitio del agujero y se deja caer (véase la Fig. 1). Esto empuja una pequeña cantidad de tierra al interior del extractor. Después de repetir esto dos o tres veces, se saca el extractor, y a un lado se golpea ligeramente con un martillo o trozo de metal para desalojar la tierra. Se repite este procedimiento hasta llegar a la tierra húmeda, que ya no puede extraerse con este dispositivo.

Extractor para perforación en seco de pozos

Un extractor seco es simplemente una sección de tubo con un asa o mango soldado a un extremo y una ranura abierta en el otro.



Dóblese la varilla de hierro en forma de U de tal manera que quepa dentro del tubo. Suéldese en su sitio como lo muestra la Fig. 2.

Lime ligeramente el interior del extremo opuesto para formar un filo cortante (véase Fig. 3).

Haga una incisión al lado del extremo afilado del tubo (véase la Fig. 2).

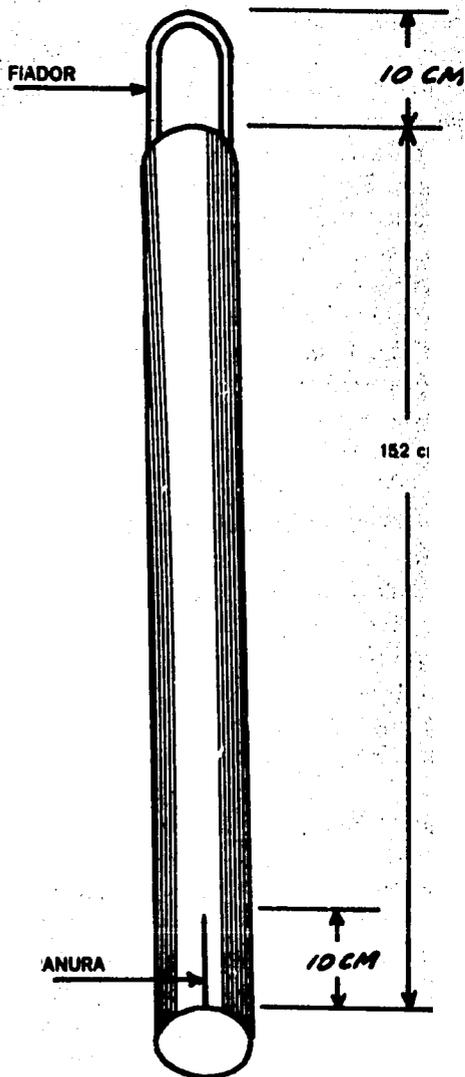


FIGURA 2

Herramientas y materiales

Sierra para cortar metales

Lima

Varilla de Hierro de 10 mm. o de 12.5 mm. de diámetro y 30 cm. de largo.

Tubo de hierro: de diámetro ligeramente mayor que el del entubado más ancho que se utilizará en el pozo (usualmente la junta) y de 150 cm. de largo.

Fuente:

John Brelsford, voluntario de VITA, New Holland, Pennsylvania.

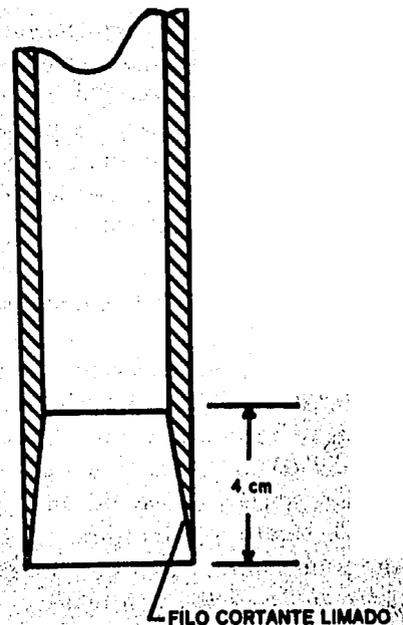


FIGURA 3

HINCA DE POZOS

Un colador aguzado llamado punta para pozo puede, si se emplea debidamente, perforar un pozo sanitario usualmente de menos de 7.6 metros de profundidad en forma rápida y económica. En suelos propios para hincar pozos, es ésta con frecuencia la manera más rápida y barata de excavar un pozo sanitario. En suelos densos, particularmente de arcilla, la perforación con un taladro de tierra es más rápida que la hınca con la punta para pozo.

Herramientas y materiales

Punta para pozo y casquete de perforación, los cuales se obtienen por lo general en los Estados Unidos por unos 10 Dls., por medio de algunas casas que tienen servicio de venta por correo (véase la Fig. 1).

Tubo de 3 cm. de diámetro.

Martillo y llaves de tuerca pesados.

Compuesto para tubería.

Es muy conveniente contar con juntas para tubería y equipo especial para clavar pero no son indispensables.

Los pozos perforados dan excelentes resultados en arena gruesa en la cual no haya demasiadas rocas y donde el manto acuifero esté a 7 metros o menos de la superficie. Se usan normalmente como pozos poco profundos en los cuales la caja de la bomba queda a nivel del piso. Si las condiciones de penetración son muy buenas, las puntas de 10 cm. de diámetro y el entubado que pueda llenar el cilindro de un pozo profundo pueden introducirse a profundidades de 10 a 15 metros.

Los tipos más comunes de puntas para pozo son:

- 1 Tubo con agujeros cubiertos por una mampara y un forro de latón con agujeros. Para el uso general, se recomienda una muesca del #10 o malla del 60. La arena fina requiere un filtro más fino, quizá muescas del #6 ó malla del 90.
- 2 Tubo de acero con agujeros desprovistos de malla protectora, el cual permite que entre más agua pero no es tan resistente.

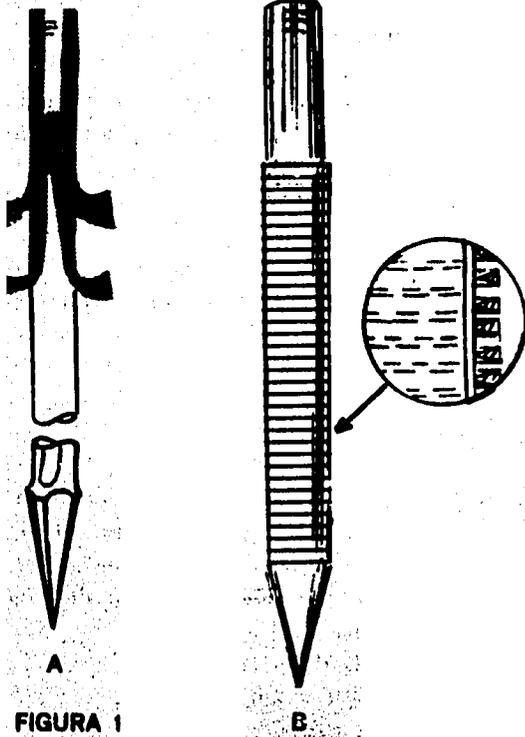


FIGURA 1

Antes de comenzar a clavar la punta, haga un hoyo en el sitio apropiado, con herramientas de mano. El hoyo debe ser vertical y de diámetro ligeramente mayor que el de la punta para pozo.

Se deben unir las juntas con todo cuidado para evitar que se rompa la rosca y asegurarse de que no entre el aire. Limpie y engrase las roscas con cuidado y utilice compuesto para juntas, y uniones especiales para martillar cuando se tengan. Para asegurarse de que las juntas no se aflojen, apriete el tubo una fracción de vuelta después de cada golpe, hasta fijar permanentemente la junta superior. No gire toda la rosca y no tuerza y golpee simultáneamente. Esto último podría ayudar a penetrar en las rocas, pero pronto se tendrán roscas rotas y juntas que hacen agua.

Asegúrese de que el casquete de hincadora esté apretado y remachado contra el extremo del tubo (ver Fig. 2). Compruebe con una plomada que el tubo esté vertical. Pruébalo de vez en cuando y manténgalo derecho acomodando el tubo conforme va clavando. Golpee de lleno el casquete hincador cada vez para no dañar el equipo.

Hay varias formas de ayudar a evitar que el tubo sufra daños. El mejor sistema es el de clavar con una barra de hierro que se deja caer dentro del tubo y que golpea el interior de acero de la punta para pozo. Se extrae de nuevo con un cable o cuerda. Una vez que entra el agua al pozo, este método no da resultado.

Otra forma es la de usar un tubo guía que asegure el que se golpee justamente en el centro del casquete hincador. Una barra guía se puede montar sobre el tubo, y se deja caer un peso sobre ella, o se puede utilizar el tubo mismo para que guíe un peso que al caer pegue en una abrazadera especial para hincar (véase Fig. 2).

La Figura 3 es una tabla que ayudará a identificar las formaciones geológicas que se vayan penetrando. Es preciso tener experiencia... pero esto podría ayudarle a comprender lo que está sucediendo.

Cuando crea haber llegado a la capa acuifera, deje de clavar y aplique una bomba de mano para probar el pozo. Generalmente, el hincado, al ser más fácil, revela que se ha llegado al nivel acuifero, especialmente en arena gruesa. Si la cantidad de agua bombeada no es suficiente, intente hincar otro metro más o menos. Si la corriente disminuye, tire de la punta hacia arriba hasta encontrar el punto de mayor corriente. La punta puede ser usada un dispositivo de palanca como un gato de pos-

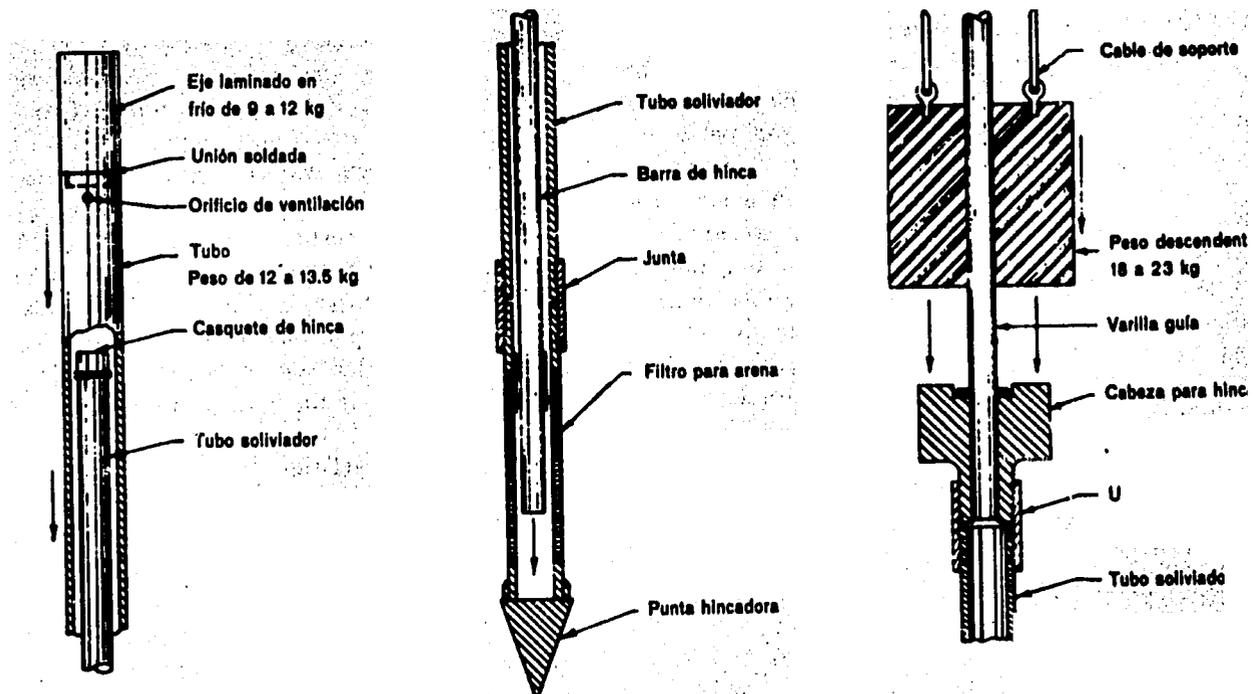


FIGURA 2

MÉTODOS PARA HINCAR

te, o si se usa un fiador del martinete, deberá golpearse éste para que suba el tubo.

A veces la arena y el cieno tapan la punta y es preciso "limpiar" el pozo para destapararlo y mejorar la corriente. Intente primero un bombeo fuerte, continuo, y más rápido de lo normal. Saldrán lodo y arena fina junto con el agua, pero esto deberá eliminarse en cerca de una hora. Podría coadyuvar el dejar que caiga de nuevo el agua de la

tubería, invirtiendo la corriente periódicamente. En la mayoría de las bombas manuales esto se logra fácilmente levantando mucho el mango; esto abre la válvula tope, permitiendo que entre el aire y el agua cae de nuevo al fondo del pozo.

Si esto no limpia la corriente, es posible que haya cieno dentro de la punta. Este se puede extraer colocando un tubo de 19 mm. dentro del pozo y bombeando a través de él. Use la bomba de in-

CLASE DE FORMACION	CONDICIONES DE LA HINCA	VELOCIDAD DE DESCENSO	SONIDO DEL GOLPE	REBOTE	RESISTENCIA A LA ROTACION
Arcilla suave húmeda	Fácil de hincar	Rápida	Opaco	Ninguno	Ligera pero continua
Arcilla correosa endurecida	Difícil de hincar	Lenta pero continua	Ninguno	Frecuente	Considerable
Arena fina	Difícil de hincar	Variada	Ninguno	Frecuente	Ligera
Arena gruesa	Fácil de hincar (especialmente si está saturada de agua)	Penetración inestable irregular para golpes sucesivos	Opaco	Ninguno	Rotación fácil, acompañada de sonido arenoso
Grava	Fácil de hincar	Penetración inestable irregular para golpes sucesivos	Opaco	Ninguno	La rotación es irregular y acompañada de un ruido arenoso
Canto rodado (peñasco) y roca	Casi imposible	Poca o ninguna	Fuerte	A veces de ambos tubo y martillo.	Depende del tipo de formación atravesado antes por el tubo

de: Wells, TM5-297/AFM 85-23, 1957, Manual Técnico del Ejército, p. 24

cia, o rápida y repetidamente levante y haga bajar el tubo de 19 mm. Si se tapa con el pulgar el extremo superior del tubo al izar el mango, saldrá un chorro de agua lodosa cada vez que se baje el mango. Ya que haya salido la mayor parte del material, reinicie el bombeo directo. Limpie la arena de la válvula y de la caja de la bomba después de haber limpiado el pozo. Si ha escogido una malla demasiado fina, quizá no sea posible limpiar el pozo con éxito. Una malla apropiada permite bombear hacia afuera el material tenue, dejando un manto de grava gruesa y de arena que proporciona una área muy permeable y porosa, para la concentración del agua.

El paso final consiste en llenar el agujero inicial con lodo de arcilla, o si no hay arcilla, con tierra bien apisonada. Hágase una plataforma sólida, a prueba de agua (el hormigón es la mejor) y destínese un lugar para drenar el agua derramada.

Fuente:

Water Supply for Rural Areas and Small Communities, por E. G. Wagner y J. N. Lanoix, Organización Mundial de la Salud, 1959.

POZOS EXCAVADOS

Un pozo de aldea debe servir de depósito con frecuencia, debido a que a determinadas horas del día hay gran demanda de agua, mientras que durante la noche y las horas cálidas del día no hay merma en la provisión. Lo que aquí se sugiere es que se haga el pozo lo suficientemente grande para permitir que el agua que se filtra lentamente hacia su interior, se acumule cuando el pozo no esté en uso, y así poder contar con una provisión abundante cuando la demanda sea mayor. Por este motivo, los pozos se hacen usualmente de 180 a 210 cm. de diámetro.

Los pozos no pueden almacenar el agua de la temporada de lluvias, y rara vez hay alguna razón para hacer un pozo de diámetro mayor de 2 m.

La profundidad de un pozo es mucho más importante que su diámetro, para determinar la cantidad de agua que se puede extraer cuando el nivel acuífero es bajo. Un pozo profundo y estrecho, o menudo proporcionará más agua que uno ancho y de poca profundidad.

Recuérdese que los pozos entubados son mucho más fáciles de construir que los excavados y

por lo mismo deberían usarse si su región permite que sean construidos y se puede extraer de dichos pozos entubados una cantidad adecuada de agua durante las horas de mayor consumo (véase el capítulo dedicado a Pozos entubados).

Los pozos excavados profundos tienen varias desventajas. El revestimiento de albañilería que se necesita es muy costoso. Un pozo abierto se puede contaminar muy fácilmente con la materia orgánica que cae en su interior y por medio de los baldes que se emplean para sacar el agua. Aparte, hay el problema de deshacerse de la gran cantidad de tierra que se saca de un pozo profundo.

Pozo excavado sellado

Este pozo tiene un tanque de hormigón subterráneo que comunica con la superficie mediante un entubado de retención, en lugar de un recubrimiento de gran diámetro, como se describe en el párrafo anterior. Las ventajas son: que es relativamente fácil de construir, fácil de sellar, ocupa una superficie pequeña y es de bajo costo.

Más de 45 de estos pozos fueron instalados en la India por un Equipo del Servicio de Amigos Americanos, todos funcionaron a la perfección durante varios años, a excepción de uno que no fue excavado a suficiente profundidad. El costo total de una de estas instalaciones excluyendo la mano de obra, fue de 230 Rs., o sea de unos 50 dólares.

Herramientas y materiales

4 secciones circulares de hormigón reforzado con ganchos de hierro para bajarlas, de 90 cm. de diámetro.

1 cubierta de hormigón reforzado con un orificio de sujeción para el entubado de retención.

Grava lavada para poner alrededor del tanque: 2 metros cúbicos.

Arena para la parte superior del pozo: 0.7 metros cúbicos.

Entubado de hormigón de 15 cm. de diámetro, que vaya desde la parte superior de la cubierta del tanque hasta por lo menos 30 cm. arriba del suelo.

Aros de concreto para las juntas del entubado de hormigón.

5 kg. de cemento para el mortero para las juntas del entubado.

Bomba y tubería para pozos profundos.

Base de hormigón para la bomba.

Tripode, poleas, cuerda para bajar las secciones

Una herramienta especial para acomodar el entubado al rellenar, véase "Cómo Colocar el Entubado e Retención", más adelante.

Herramientas para excavar, escaleras, cuerda.

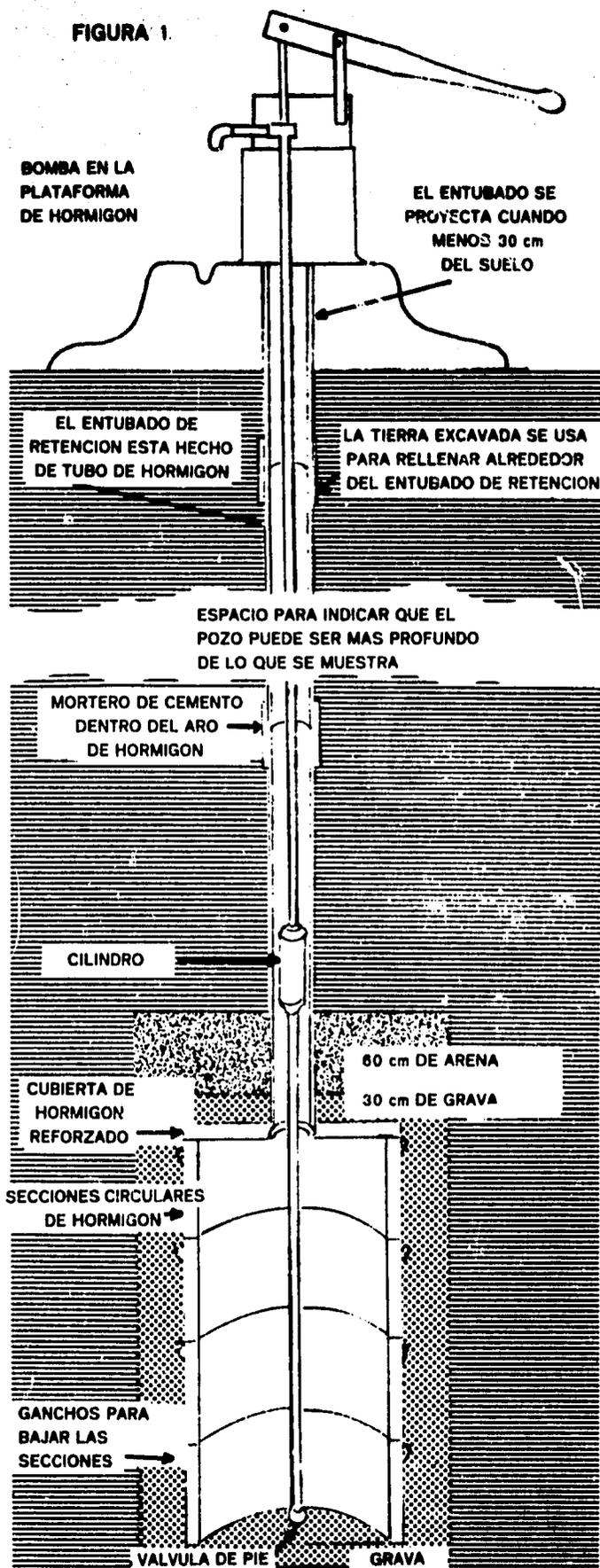
Un aldeano de Barpali, India, al trabajar con una unidad del Comité de Servicio de Amigos Americanos, sugirió esta idea radicalmente nueva: hágase un tanque de albañilería en el fondo del pozo, póngasele techo, y extráigase el agua con una bomba. El pozo sellado resultante tiene muchas ventajas:

1. Proporciona agua pura, que se puede beber sin riesgo.
2. No hay riesgo de que los niños caigan dentro.
3. Es fácil sacar agua, aun para niños pequeños.
4. El pozo ocupa poco espacio, pues un atrio pequeño lo puede albergar.
5. Se reduce grandemente el costo de instalación.
6. La mano de obra que interviene se reduce mucho.
7. No existe el problema de deshacerse de la tierra extraída, pues casi toda vuelve a su sitio.
8. El entubado permite sacar con facilidad la bomba y la tubería para darles servicio.
9. La grava y la arena que rodean al tanque son un filtro eficaz para evitar el enlodamiento, proporcionan una superficie grande para que el agua filtrada llene el tanque, y aumentan el volumen real de almacenamiento del tanque.

Por otra parte, hay tres desventajas menores, solamente una persona puede bombear a la vez, la bomba se podría averiar, y se necesita cierta habilidad técnica para hacer las partes que se usan en el pozo y para instalarlas debidamente.

El pozo se debe excavar de 120 cm. de diámetro y de unos 9 metros de profundidad. Se debe hacer la excavación en la temporada de sequía, después que el nivel hidrostático haya descendido a su nivel más bajo. Debe haber un reaprovisionamiento de agua de 3 metros completos dentro de las 24 horas posteriores al bombeo o desagüe del pozo por medio de baldes hasta dejarlo seco. Una mayor profundidad es de desearse, por supuesto.

Aplique al fondo del pozo una capa de 15 cm. de grava limpia, lavada, o de piedrecillas. Baje las cuatro secciones circulares de hormigón y la cubierta al fondo del pozo y acomódelas de manera que formen un tanque. Se necesita un trípode de postes fuertes con aparejo de poleas para bajar las secciones porque pesan unos 180 kg. cada una. El



tanque formado por las secciones y la cubierta es de 180 cm. de alto y de 80 cm. de diámetro. La cubierta tiene una abertura circular que sirve de asiento al entubado de retención y permite que la tubería de succión penetre hasta unos 15 cm. de la grava del fondo.

Cómo colocar el entubado de retención

Se coloca en su asiento sobre la cubierta, la primera sección de entubado de concreto y se afianza en su sitio con mezcla (mortero). Es sostenida en posición vertical por un tarugo de madera con cuatro brazos que giran en goznes, los cuales se apoyan en los lados de la pared. Se retaca con grava el espacio alrededor de las secciones de hormigón y el que queda arriba de la cubierta hasta que la grava forme una capa encima del tanque, de por lo menos 15 cm. de profundidad. Esta, a su vez, se cubre con 60 cm. de arena. La tierra extraída del pozo se traspala de nuevo al interior hasta que llegue a unos 15 cm. del extremo superior de la primera sección del entubado. En seguida se fija en su lugar, con mortero, la siguiente sección de entubado, empleando un aro de hormigón hecho expresamente para ello. Se llena el pozo y se agregan más secciones de entubado hasta que éste sobresalga por lo menos 30 cm. del nivel del terreno circundante.

La tierra que quede sin poder apisonarse en el pozo se puede usar para hacer un montículo no muy alto alrededor del entubado para que el agua derramada se desaloje por sí sola lejos de la bomba. Se coloca una cubierta de hormigón sobre el entubado y se instala la bomba.

Si no es posible obtener tubo de hormigón o entubado de retención de otro tipo, una chimenea hecha de tabique cocido y de mortero de arena y cemento servirá también. El entubado es algo más costoso, pero mucho más fácil de instalar.

Fuente:

"A Safe Economical Well", Comité de Servicio de Amigos Americanos, Philadelphia, Pennsylvania, 1956 (mimeo).

Pozo excavado profundo

Aun trabajadores no entrenados pueden excavar un pozo profundo y sanitario sin riesgo, con un equipo sencillo y ligero, si están bien supervisados. El método básico se delinea a continuación.

Herramientas y materiales

Palas, zapapicos

Baldes

Cuerda — los pozos profundos requieren cable de alambre.

Hormas — de acero, soldadas y unidas con pernos.

Torre con montacargas y polea

Cemento

Barra de refuerzo

Arena

Agregado para hormigón

Aceite

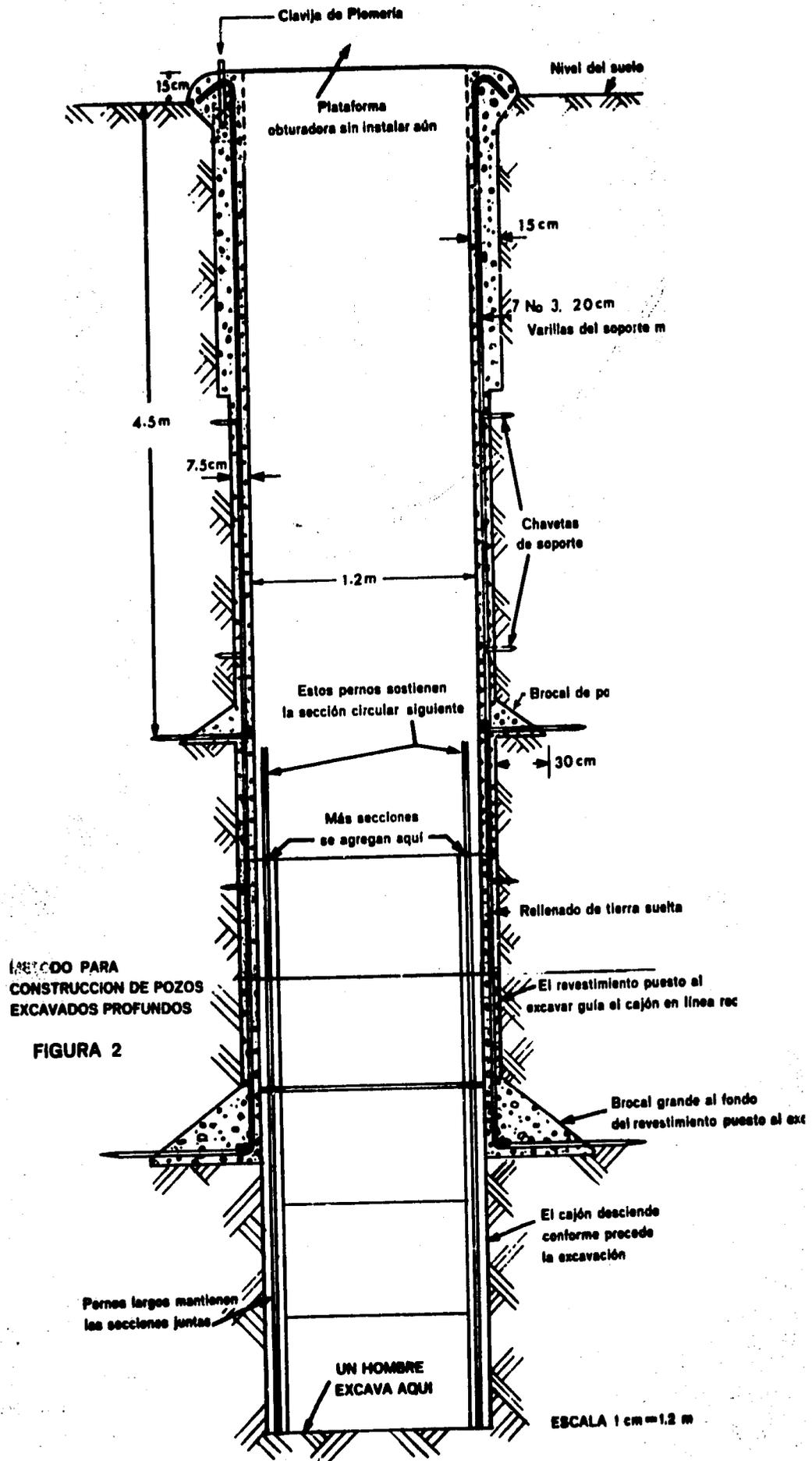
El pozo excavado a mano es el pozo que más se utiliza por doquier. Desafortunadamente, la mayoría de estos pozos fueron excavados por personas carentes de información y ahora se encuentran infectados con enfermedades parasitarias y bacterianas. Usando métodos y materiales modernos, se pueden excavar pozos de 60 metros de profundidad sin riesgo, los cuales serán una fuente permanente de agua pura.

La experiencia ha enseñado que, para un hombre, la anchura promedio de un pozo redondo para una óptima velocidad de excavación es de 1 metro. Sin embargo es preferible 1.3 metros para que dos hombres excaven juntos, y así cavan más rápido que el doble de lo que lo haría uno solo. Por lo tanto, generalmente son preferibles dos hombres en un agujero mayor.

Los pozos excavados siempre necesitan un revestimiento permanente (excepto cuando haya roca sólida, en cuyo caso el mejor método por lo común es hacer un pozo entubado).

El revestimiento evita que se desplome el hoyo, sostiene la plataforma de la bomba, evita que entre agua contaminada de la superficie, y retiene la toma del pozo, que es aquella parte del pozo por la cual entra el agua. Por lo general es mejor construir el revestimiento al ir excavando, puesto que esto elimina la necesidad de usar soportes temporales y reduce el peligro de hundimiento.

Los pozos excavados se revisten de dos maneras: (1) cuando el hoyo se cava y el revestimiento se construye en su sitio definitivo y (2) cuando se van agregando desde lo alto las acciones de revestimiento y así todo éste va bajando conforme se va quitando la tierra que queda debajo. El segundo método se llama encajonamiento. A menudo es mejor una combinación de ambos, como lo muestra la Fig. 2.



METODO PARA
CONSTRUCCION DE POZOS
EXCAVADOS PROFUNDOS

FIGURA 2

Si es posible, úsese hormigón para el revestimiento puesto que es fuerte, permanente, está hecho de materiales locales principalmente, y los trabajadores inexpertos lo pueden utilizar a buen ritmo y con buenos resultados. (Véase el capítulo sobre Estructuras de Hormigón)

La albañilería y el trabajo con tabiques son de uso general en muchos países, y pueden ser muy satisfactorios bajo las condiciones apropiadas. Sin embargo, en suelos malos, las presiones dispares pueden hacerlos combarse o desplomarse. La construcción con estos materiales es lenta y se requiere una pared más gruesa que al usar hormigón. También hay siempre el peligro del movimiento mientras se construye en arenas sueltas o en esquisto que se dilata, antes de que el cemento haya endurecido firmemente entre los tabiques y las rocas. Este peligro se evita al usar hormigón dejando la horma en su sitio para que sostenga el revestimiento hasta que el hormigón endurezca. Asimismo, podría no haber albañiles hábiles en la región; podría no haber a la mano piedras apropiadas o ladrillos bien cocidos.

La madera y el acero no son buenos para revestir pozos. La madera necesita refuerzos, tiende a pudrirse y a albergar insectos; a veces hace que el agua adquiera un sabor muy desagradable. Lo peor de todo es que no sella el pozo completamente contra la contaminación. El acero se usa raras veces porque es costoso, se oxida rápidamente y normalmente es propenso a abultarse y doblarse.

Los pasos generales para terminar los primeros 4.5 metros son:

- Erijase un cabrestante de trípode sobre el terreno limpio, emparejado, y establézcanse puntos de referencia para el trabajo de plomería y medición de la profundidad del pozo.
- Dos hombres excavan el pozo mientras otro desaloja la tierra hasta alcanzar exactamente 4.5 metros de profundidad.
- El agujero se recorta al tamaño preciso por medio de una guía montada sobre los puntos de referencia.
- Se colocan las hormas con cuidado y se llenan una por una con hormigón apisonado.

Una vez hecho esto, excave hasta 9 metros, empareje y recubra también esta parte con hormigón. Un hueco de 12 cm. entre la primera y la segunda de estas secciones se llena de hormigón precortado, el cual se fija en su sitio con mortero. Cada recu-

brimiento se sostiene por sí solo, puesto que tiene un brocal. La parte superior de la primera sección de recubrimiento es más gruesa que la segunda sección y se extiende sobre el terreno a fin de constituir una buena cimentación para la caja de la bomba y con objeto de sellar eficazmente contra el agua de la superficie.

Se utiliza este método hasta llegar al manto acuífero, donde se construye un brocal excepcionalmente profundo. De este punto en adelante, se utiliza el cajón.

Los cajones son cilindros de hormigón equipados con pernos para acoplarlos unos con otros. Son vaciados y curados en la superficie en moldes especiales, antes de usarse. Se bajan varios cajones al pozo y se ensamblan juntos. En seguida un trabajador excava y los cajones van descendiendo conforme se va quitando la tierra que tienen debajo. El revestimiento de hormigón guía los cajones.

Si el nivel hidrostático es alto cuando se excava el pozo, se afianzan en su sitio otros cajones, en tal forma que se pueda terminar el pozo excavando otro poco y sin ejemplar hormigón, durante la próxima temporada de sequía.

Evaluación

Más detalles sobre los planos y el equipo para este procedimiento se encuentran en *Water Supply for Rural Areas and Small Communities*, por E. G. Wagner y J. N. Lanoix, Organización Mundial de la Salud, 1959.

Fuente:

Water Supply for Rural Areas and Small Communities, Wagner y Lanoix.

Reconstrucción de pozos excavados

Los pozos excavados abiertos no son muy sanitarios, pero con frecuencia se pueden reconstruir recubriendo los 3 metros superiores con un revestimiento a prueba de agua, excavando y limpiando el pozo y cubriéndolo; este método consiste en instalar una losa enterrada de hormigón; véase la Fig. 3 para los detalles de construcción.

Herramientas y materiales

Herramientas y materiales para hormigón reforzado. Que haya una forma de entrar al pozo.

Bomba y tubería de descenso.

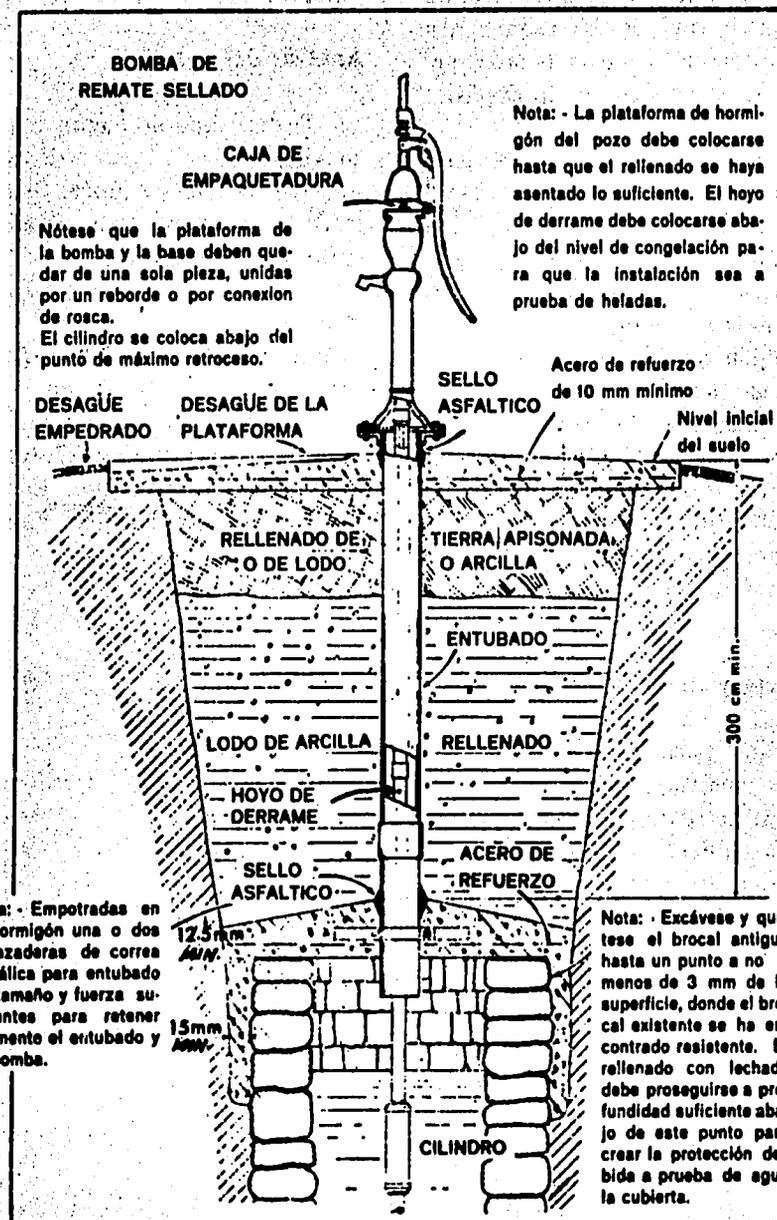
Antes de comenzar, revise lo siguiente:

- ¿Está el pozo peligrosamente cercano a un excusado u otra fuente de contaminación? ¿Queda cerca de una fuente de agua? Es preferible excavar un nuevo pozo en otro lado en vez de limpiar éste? ¿Podría pasarse a otro sitio un excusado, en lugar del pozo?
- ¿Se ha secado alguna vez el pozo? ¿Debería usted hacerlo más profundo a la vez que lo limpia?
- El desagüe en la superficie debe generalmente

encauzar el agua lejos del pozo y se debe eliminar con eficacia el agua derramada.

- ¿Qué método usará usted para desalojar el agua y cuánto costará?
- Antes de entrar al pozo para inspeccionar el recubrimiento antiguo, corrobore si falta oxígeno bajando una linterna o una vela. Si la llama sigue encendida, hay cierta seguridad para entrar al pozo. Si la llama se extingue, es peligroso entrar. Cuando alguien baje al pozo, ate una cuerda a la persona y disponga de dos hombres fornidos para sacarla en caso de accidente.

FIGURA 3



Cómo recubrir de nuevo la pared

Lo primero, es preparar los 3 metros superiores de recubrimiento para el hormigón quitando rocas flojas y desbastando el mortero viejo con un cincel, lo más hondo posible (ver Fig. 4). La siguiente tarea es limpiar y hacer más profundo el pozo, si es preciso. Se debe extraer con un cubo toda materia orgánica y cieno. Se puede hacer más profundo el pozo, de preferencia durante la época de sequía, con los métodos expuestos en el artículo sobre "Pozos excavados profundos". Una forma de aumentar el rendimiento de agua es clavar una punta para pozo más hondamente en la tierra acuifera. Normalmente esto no elevará el nivel del agua en el pozo, pero podría hacer que el agua fluya hacia éste con mayor rapidez. La punta para pozo se puede acoplar directamente a la bomba, pero así no se hará uso de la capacidad de depósito del pozo excavado.

El material extraído del pozo se puede usar para ayudar a crear un montículo alrededor de éste para que el agua se encauce en dirección opuesta al sitio del mismo. Usualmente se requerirá más tierra para dicho montículo. Debe incluirse un desagüe empedrado para llevar el agua derramada lejos de la losa de hormigón que cubre el pozo.

Recubra el pozo con hormigón allanado sobre refuerzo de malla de alambre. El agregado más grueso debe ser de grava de diámetro de guisante y la mezcla debe ser un tanto rica en hormigón, sin usar más de 21 a 23 litros de agua para un saco de 43 kg. de cemento. Prolongue el recubrimiento 70 cm. sobre la superficie original del terreno.

Instalación de la cubierta y de la bomba

Vacíe la cubierta del pozo en tal forma que unida el recubrimiento constituya un sello a prueba de agua para impedir la entrada a las impurezas de la superficie. La cubierta también sostendrá la bomba. Cuide que al colocar la losa en el montículo, ésta lo rebase aproximadamente un metro para ayudar al desagüe fuera del sitio. Haga una toma de aire y un espacio para la tubería de descenso de la bomba. Monte la bomba descentrada y así dejará lugar para la toma de aire. La bomba se monta en pernos empotrados en la cubierta. La toma de aire debe quedar 10 cm. arriba de la superficie de la losa. La cubierta de la toma de aire debe rebasarla en 5 cm. y debe equiparse con un candado para evitar accidentes y contaminación.

Asegúrese de que la bomba quede sellada con la losa.

Cómo desinfectar el pozo

Desinfecte el pozo empleando una escobilla tiesa para lavar las paredes con una solución muy fuerte de cloro. Luego agregue suficiente cloro al pozo para darle más o menos la mitad de la fuerza de la solución que se usó en las paredes. Rocíe esta última solución en toda la superficie del pozo para distribuirla uniformemente. Cubra el pozo y bombee agua hasta que ésta huela fuertemente a cloro. Deje que el cloro permanezca en la bomba y en el pozo durante un día y luego bombéelo hasta que no quede nada de cloro.

Análisis del agua

Ordene que se hagan pruebas del agua del pozo varios días después de desinfectado para asegurarse de que sea pura. Si no lo es, repita la desinfección y las pruebas. Si aún resulta impura, consulte a un experto.

Fuentes:

Water Supply for Rural Areas and Small Communities, por E. G. Wagner y J. N. Lanoix, Organización Mundial de la Salud, 1959.

Manual of Individual Water Supply Systems, del Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los E.U.A., Publicación Núm. 24 del Servicio de Salud Pública.

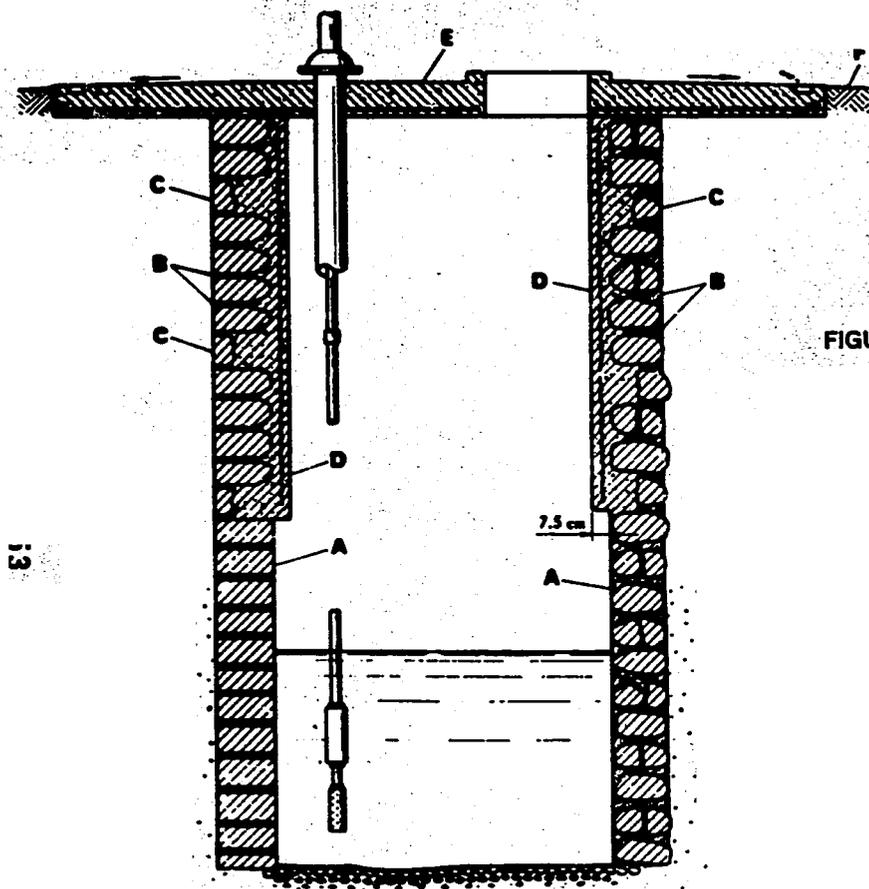
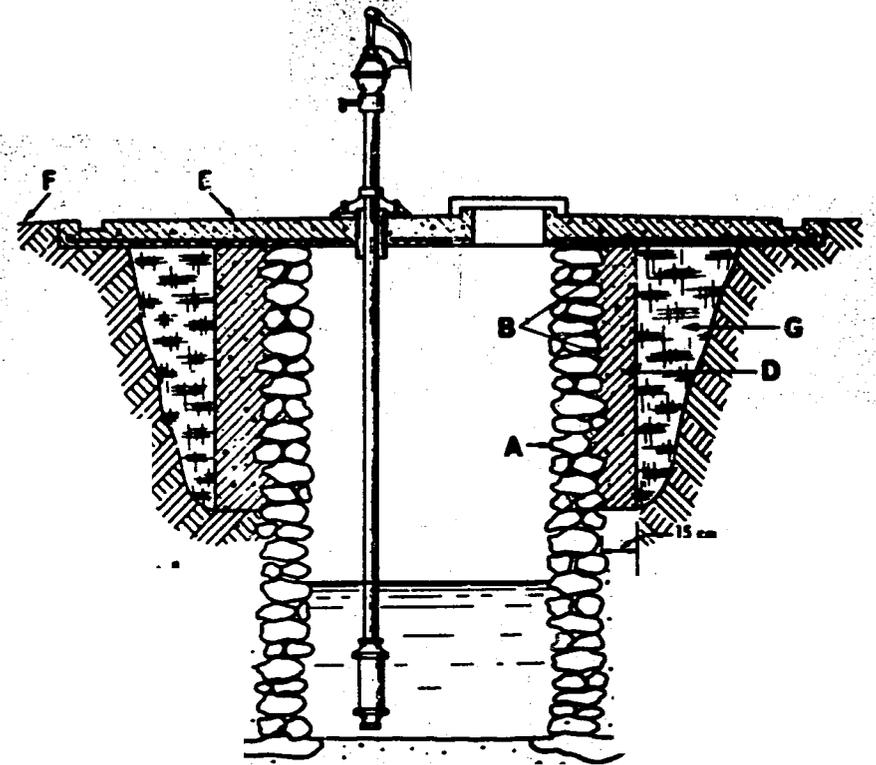


FIGURA 4



- A = Paredes de albañilería de tabique ya existentes con juntas resaquebrajadas de mortero.
- B = Se quita el mortero viejo con un cincel lo más adentro que se pueda.
- C = Se sacan de su sitio piedras o tabiques para proporcionar emarre al nuevo recubrimiento de hormigón.
- D = Nuevo recubrimiento de hormigón, llevado a una profundidad de por lo menos 3 m abajo del nivel del suelo exterior, o hasta un punto en que el nivel de agua en el pozo sea bajo. Para el hormigón, sea grava tamaño guisante y malla de alambre para refuerzo contra la temperatura.
- E = Nueva cubierta de hormigón del pozo, que incorpora rejillas sanitarias (toma de aire de bordes levados, declive para el desagüe apropiado, instalación debida de la bomba, etc.)
- F = Nivel del terreno exterior (proporcionándose el drenaje adecuado del agua excedente o de desierros a la superficie.)
- = Relleno de arcilla, bien apisonada en capas de 15 cm de espesor.

Apéndice

En este apéndice se dan procedimientos sencillos para la conversión de unidades de medición británicas y del sistema métrico. Después de ello contiene una serie de útiles tablas de conversión de unidades de superficie, volumen, peso, presión y energía.

CONVERSION DE MEDIDAS DE LONGITUD

La escala de la Figura 3 es útil para hacer rápidamente conversiones de metros y centímetros a pies y pulgadas, y viceversa. Para resultados más exactos y respecto a distancias mayores de 3 metros, utilícense las tablas de la Figura 2 o las equivalencias.

La escala de la Figura 3 tiene divisiones del sistema métrico, de un centímetro hasta tres metros, y unidades británicas, en pulgadas y pies, hasta diez pies. Su exactitud queda dentro de una diferencia de un centímetro en más o en menos.

Ejemplo:

Un ejemplo explicará cómo servirse de las tablas. Supongamos que queremos encontrar cuántas pulgadas equivalen a 66 cm. En la tabla "Centímetros a pulgadas" recorreremos la columna de la izquierda hasta encontrar 60 cm y, luego, horizontalmente a la derecha hasta llegar a la columna encabezada con 6 cm. Esto nos da el resultado: 25.984 pulgadas.

FIGURA 1

Equivalencias:

1 pulgada	=	2.54 cm
1 pie	=	30.48 cm
	=	0.3048 m
1 yarda	=	91.44 cm
	=	0.9144 m
1 milla	=	1.607 km
	=	5280 pies
1 cm	=	0.3937 pulgadas
1 m	=	39.37 pulgadas
	=	3.28 pies
1 km	=	0.62137 millas
	=	1000 metros

PULGADAS A CENTIMETROS
(1 pulgada = 2.539977 cm)

FIGURA 2

pulgadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	cm.	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
10	25.40	27.94	30.48	33.02	35.56	38.10	40.64	43.18	45.72	48.26
20	50.80	53.34	55.88	58.42	60.96	63.50	66.04	68.58	71.12	73.66
30	76.20	78.74	81.28	83.82	86.36	88.90	91.44	93.98	96.52	99.06
40	101.60	104.14	106.68	109.22	111.76	114.30	116.84	119.38	121.92	124.46
50	127.00	129.54	132.08	134.62	137.16	139.70	142.24	144.78	147.32	149.86
60	152.40	154.94	157.48	160.02	162.56	165.10	167.64	170.18	172.72	175.26
70	177.80	180.34	182.88	185.42	187.96	190.50	193.04	195.58	198.12	200.66
80	203.20	205.74	208.28	210.82	213.36	215.90	218.44	220.98	223.52	226.06
90	228.60	231.14	233.68	236.22	238.76	241.30	243.84	246.38	248.92	251.46

CENTIMETROS A PULGADAS
(1 cm = 0.3937 pulg.)

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	inches	0.394	0.787	1.181	1.575	1.969	2.363	2.756	3.150	3.543
10	3.937	4.331	4.724	5.118	5.512	5.906	6.299	6.693	7.087	7.480
20	7.874	8.268	8.661	9.055	9.449	9.843	10.236	10.630	11.024	11.417
30	11.811	12.205	12.598	12.992	13.386	13.780	14.173	14.567	14.961	15.354
40	15.748	16.142	16.535	16.929	17.323	17.717	18.110	18.504	18.898	19.291
50	19.685	20.079	20.472	20.866	21.260	21.654	22.047	22.441	22.835	23.228
60	23.622	24.016	24.409	24.803	25.197	25.591	25.984	26.378	26.772	27.165
70	27.559	27.953	28.346	28.740	29.134	29.528	29.921	30.315	30.709	31.102
80	31.496	31.890	32.283	32.677	33.071	33.465	33.858	34.252	34.646	35.039
90	35.433	35.827	36.220	36.614	37.008	37.402	37.795	38.189	38.583	38.976

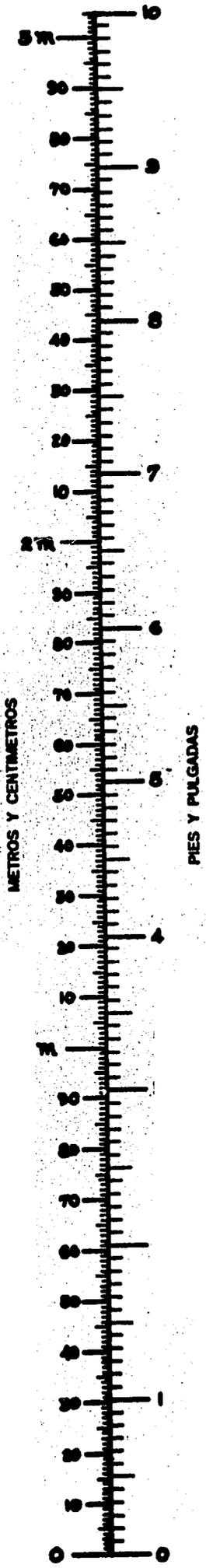


FIGURA 3

CONVERSION DE MEDIDAS DE PESO

CONVERSION DE MEDIDAS DE PESO

La escala de la Figura 5 convierte libras y onzas a kilogramos y gramos, o viceversa. Respecto a pesos superiores a diez libras, o para resultados más exactos, úsese las tablas (Figura 4) o las equivalencias para conversión. Para un ejemplo de cómo han de utilizarse las tablas, véase "Conversión de medidas de longitud" Figura 2.

Nótese que en la escala hay, en cada libra, dieciséis divisiones que representan las onzas. En cambio, hay cien divisiones solamente en el primer kilogramo, y cada una de dichas divisiones representa diez gramos. La escala de una exactitud con una aproximación de veinte gramos en más o en menos.

Equivalencias:

- 1 onza = 28.35 gramos
- 1 libra = 0.4536 kilogramos
- 1 gramo = 0.03527 onzas
- 1 Kilogramo = 2.205 libras

FIGURA 1



FIGURA 4
KILOGRAMOS A LIBRAS
(1 kg = 2.20463 libras)

kg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	lb.	2.20	4.41	6.61	8.82	11.02	13.23	15.43	17.64	19.84
10	22.05	24.25	26.46	28.66	30.86	33.07	35.27	37.48	39.68	41.89
20	44.09	46.30	48.50	50.71	52.91	55.12	57.32	59.53	61.73	63.93
30	66.14	68.34	70.55	72.75	74.96	77.16	79.37	81.57	83.78	85.98
40	88.19	90.39	92.59	94.80	97.00	99.21	101.41	103.62	105.82	108.03
50	110.23	112.44	114.64	116.85	119.05	121.25	123.46	125.66	127.87	130.07
60	132.28	134.48	136.69	138.89	141.10	143.30	145.51	147.71	149.91	152.12
70	154.32	156.53	158.73	160.94	163.14	165.35	167.55	169.76	171.96	174.17
80	176.37	178.58	180.78	182.98	185.19	187.39	189.60	191.80	194.01	196.21
90	198.42	200.62	202.83	205.03	207.24	209.44	211.64	213.85	216.05	218.26

LIBRAS A KILOGRAMOS
(1 lb = 0.45359 kg)

lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	kg.	0.454	0.907	1.361	1.814	2.268	2.722	3.175	3.629	4.083
10	4.536	4.990	5.443	5.897	6.350	6.804	7.257	7.711	8.165	8.618
20	9.072	9.525	9.979	10.433	10.886	11.340	11.793	12.247	12.701	13.154
30	13.608	14.061	14.515	14.969	15.422	15.876	16.329	16.783	17.237	17.690
40	18.144	18.597	19.051	19.504	19.958	20.412	20.865	21.319	21.772	22.226
50	22.680	23.133	23.587	24.040	24.494	24.948	25.401	25.855	26.308	26.762
60	27.216	27.669	28.123	28.576	29.030	29.484	29.937	30.391	30.844	31.298
70	31.751	32.205	32.659	33.112	33.566	34.019	34.473	34.927	35.380	35.834
80	36.297	36.741	37.195	37.648	38.102	38.555	39.009	39.463	39.916	40.370
90	40.823	41.277	41.730	42.184	42.638	43.091	43.545	43.998	44.452	44.906

CONVERSION DE TEMPERATURAS

La escala de la Figura 1 es útil para la rápida conversión de grados Celsius (centígrados) a grados Fahrenheit, y viceversa. Aunque la escala es rápida y manejable, para que se obtengan respuestas exactas a la décima de grado más aproximada, han de usarse las equivalencias.

Equivalencias:

$$\begin{aligned}\text{Grados Centígrados} &= 5/9 \times (\text{grados Fahrenheit} - 32) \\ \text{Grados Fahrenheit} &= 1.8 \times (\text{Grados Centígrados}) + 32\end{aligned}$$

Ejemplo:

Este ejemplo puede ayudar a esclarecer el uso de las equivalencias: ¿Cuántos grados Centígrados equivalen a 72°F?

$$72^{\circ}\text{F} = 5/9 (\text{grados F} - 32)$$

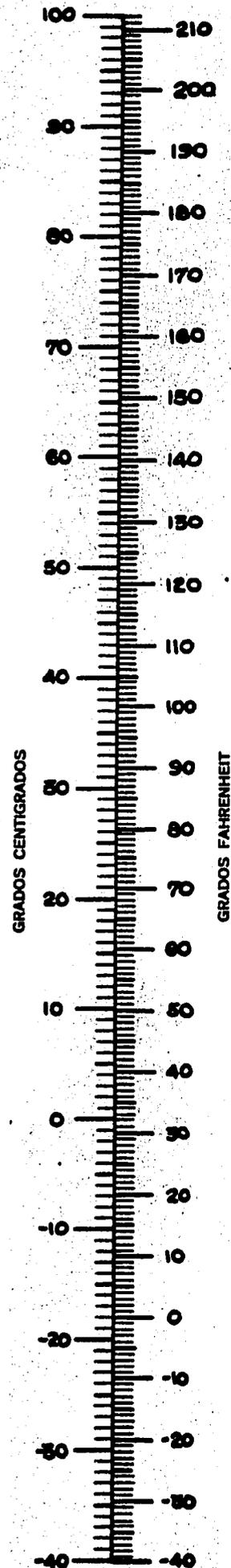
$$72^{\circ}\text{F} = 5/9 (72 - 32)$$

$$72^{\circ}\text{F} = 5/9 (40)$$

$$72^{\circ}\text{F} = 22.2^{\circ}\text{C}$$

Nótese que la escala indica 22°C, o sea un error de aproximadamente 0.2°C.

FIGURA 1



TABLAS DE CONVERSION

Unidades de Superficie

1 Milla cuadrada	= 640 acres	= 2.5899 kilómetros cuadrados
1 Kilómetro cuadrado	= 1,000,000 Metros cuadrados	= 0.3861 millas cuadradas
1 Acre	= 43,560 Pies cuadrados	
1 Pie cuadrado	= 144 Pulgadas cuadradas	= 0.0929 Metros cuadrados
1 Pulgada cuadrada	= 6.452 Centímetros cuadrados	
1 Metro cuadrado	= 10.764 Pies cuadrados	
1 Centímetro cuadrado	= 0.155 Pulgadas cuadradas	

Unidades de Volumen

1.0 Pie cúbico	= 1728 pulgadas cúbicas	= 7.48 galones E.U.A.
1.0 Galón británico	= 1.2 Galones E.U.A.	
1.0 Metro cúbico	= 35.314 Pies cúbicos	= 264.2 Galones E.U.
1.0 Litro	= 1000 Centímetros cúbicos	= 0.2642 Galones E.U.

Unidades de Peso

1.0 Tonelada métrica	= 1000 Kilogramos	= 2204.6 Libras
1.0 Kilogramo	= 1000 Gramos	= 2.2046 Libras
1.0 Tonelada corta	= 2000 Libras	

Unidades de presión

1.0 libra por pulgada cuadrada	= 144 libras por pie cuadrado
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 27.7 pulgadas de agua*
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 2.31 pies de agua*
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 2.042 pulgadas de mercurio*
1.0 atmósfera	= 14.7 libras por pulgada cuadrada
1.0 atmósfera	= 33.95 pies de agua
1.0 pie de agua = 0.433 lbs/pulg ²	= 62.355 libras por pie cuadrado
1.0 kilogramo por centímetro cuadrado	= 14.223 libras por pulgada cuadrada
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 0.0703 kilogramos por centímetro cuadrado

* a 62 grados Fahrenheit (16.6 grados centígrados)

Unidades de energía

1.0 caballo vapor (británico)	= 746 vatios = 0.746 kilovatios (
1.0 caballo vapor (británico)	= 500 libras-pie por segundo
1.0 caballo vapor (británico)	= 33,000 libras-pie por minuto
1.0 kilovatio (kw) = 1000 vatios	= 1.34 caballo vapor (HP) británico
1.0 caballo vapor (británico)	= 1.0139 caballo vapor métrico
1.0 caballo vapor métrico	= 75 metros/kilogramo/segundo
1.0 caballo vapor métrico	= 0.736 kilovatios = 736 vatios