

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

FOR AID USE ONLY

Batch 77

1. SUBJECT
CLASSI-
FICATION

A. PRIMARY
Science and technology

TC00-0000-0000

B. SECONDARY
Applications

2. TITLE AND SUBTITLE

Manual de tecnologia para la comunidad, sect.1, pt.2: Elevacion y transporte del agua

3. AUTHOR(S)

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

4. DOCUMENT DATE

1970

5. NUMBER OF PAGES

59p.

6. ARC NUMBER

ARC

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

VITA

8. SUPPLEMENTARY NOTES (Sponsoring Organization, Publisher, Availability)
(In English and Spanish; English, 59p.: PN-AAF-656)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER

PN-AAF-203

11. PRICE OF DOCUMENT

12. DESCRIPTORS

Pumps
Water distribution
Water flow
Intermediate technology

13. PROJECT NUMBER

14. CONTRACT NUMBER

CSD-2795 GTS

15. TYPE OF DOCUMENT

CSD-2795 6TS
VITA PN-AAF-203

MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD

por los

VOLUNTARIOS PARA LA ASISTENCIA TECNICA INTERNACIONAL

I. RECURSOS HIDRAULICOS

B. Elevacion y Transporte del Agua



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

INDICE

	Pag.
Prólogo.....	V
Advertencia sobre el Uso de este Manual.....	V
¿Que es VITA?.....	VII
Simbolos 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.....	133
B. Esquistosomiasis.....	159
III. AGRICULTURA	
A. Instrumentos para movimiento de tierra sen 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. Produccion 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

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 filmico 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.

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 edición

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 se 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 comunales 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.

**SIMBOLOS 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:

Elevación y transporte del agua

Una vez que se ha encontrado y captado una fuente de agua, se debe dar contestación a cuatro preguntas básicas:

1. ¿Cuál es la cantidad promedio de agua que sus necesidades requieren?
2. ¿Entre cuáles dos puntos debe ser transportada el agua?
3. ¿Qué clase y tamaño de tubería se necesita para transportar la corriente requerida?
4. ¿Qué clase de bomba, si es menester, se requiere para producir la corriente deseada?

La información en esta sección le ayudará a dar respuesta a las preguntas tercera y cuarta, una vez que usted haya determinado la contestación para las primeras dos.

Transporte del agua

Los primeros tres párrafos son ecuaciones y gráficas de alineamiento (también llamadas nomogramas) que proporcionan métodos sencillos para calcular la corriente del agua bajo la fuerza de gravedad, es decir, sin bombear. El cuarto explica cómo medir la corriente observando el chorro de un tubo horizontal.

Tamaño del tubo

Se percata que usted de que en estas y en otras gráficas de alineamiento, se usa el término "diámetro nominal en pulgadas, Norma 40 de los E.U.A." junto con el término alterno, "diámetro interior en centímetros", al referirse a tamaños de tubos.

Los tubos y sus accesorios se fabrican usualmente según determinada norma de tamaños. La Norma 40 de los E.U.A., la más común en los E.U.A., también se usa ampliamente en otros países. Cuando uno especifica "Norma 40 de 2 pulgadas", uno automáticamente especifica el grado de presión del tubo y sus diámetros interior y exterior (ninguno de los cuales, dicho sea de paso, es realmente de 2"). Si no se conoce la norma, mídase el diámetro interior y úsese éste para los cálculos de corriente.

Elevación del agua

Los siguientes cuatro párrafos proporcionan los pasos requeridos para diseñar un sistema de bombeo con tubería.

El primer párrafo de este grupo, "Elección de la bomba" presenta todos los factores que deben tomarse en cuenta al escoger una bomba. Se debe llenar la forma incluida en el párrafo y hacer un diagrama de la tubería, bien sea que uno proyecte enviarlo a un perito para consultar con él, o hacer el diseño y la elección por sí mismo.

Los siguientes tres párrafos capacitan al lector para diseñar su propio sistema de entubado y elegir las características de su bomba.

La elección de la bomba

Los primeros datos que se necesitan para seleccionar el tipo y el tamaño de la bomba es: (1) la corriente de agua que se necesitará y (2) la carga hidrostática, o presión que tiene que vencer la bomba. Esta "carga" se compone de dos partes: (a) la altura a la que debe elevarse el líquido y (b) la resistencia a la corriente creada por las paredes del tubo (pérdida por fricción).

La pérdida por fricción es el factor más difícil de medir. El párrafo, "Cómo Determinar la Capacidad de la Bomba y los Caballos de Fuerza Requeridos", de la página (72) describe cómo seleccionar tubo en tamaño(s) económico(s) para obtener la corriente deseada. Una vez que se ha elegido la tubería se debe calcular la pérdida por fricción. El párrafo "Cálculo de la Resistencia que Oponen a la Corriente los Accesorios de Tubería" permite calcular la fricción adicional causada por la construcción de los accesorios para tubos. Con estos datos y la longitud de la tubería, es posible calcular los requisitos de fuerza de la bomba haciendo uso del párrafo "Cómo Determinar la Capacidad de la Bomba y los Caballos de Fuerza Requeridos".

Estos cuatro párrafos tienen otra función importante. Quizá usted ya tenga una bomba y piense "¿Servirá para este trabajo?" o "¿Cuál será el tamaño del motor que debo adquirir para realizar este trabajo con la bomba que tengo?" El párrafo

sobre "Elección de la bomba" se puede usar para reunir todos los informes relativos a bombas y a las funciones que se quiere que desempeñen. Con estos datos, puede preguntar a un consejero o a VITA si se puede usar la bomba.

Bombas

Hay gran variedad de bombas para elevar el agua desde el sitio en que se encuentra hasta el lugar al que debe llegar. Pero, para cualquier trabajo determinado hay probablemente una o dos clases de bombas que servirán mejor que las demás. A continuación examinaremos solamente dos tipos generales de bomba: bombas aspirantes y bombas impelentes.

Bombas aspirantes

Una bomba aspirante o de succión se encuentra arriba de un pozo y se eleva el agua por succión. Aun la más eficiente bomba de succión puede crear una presión negativa de atmósfera solamente: en teoría, podría elevar una columna de agua a 10.3 m. al nivel del mar. Pero debido a las pérdidas por fricción y el efecto de la temperatura, una bomba de succión al nivel del mar puede en realidad elevar el agua solamente de 6.7 m. a 7.6 m. El párrafo sobre "Capacidad de bombas aspirantes" explica cómo calcular la altura a la cual una bomba de aspiración elevará el agua a diferentes alturas encontrándose el agua a distintas temperaturas.

Bombas impelentes

Cuando no es adecuada una bomba aspirante se debe usar una bomba impelente. Con una bomba impelente, el mecanismo de bombeo se coloca al nivel del agua y desde allí la empuja hacia arriba. Debido a que no depende de la presión atmosférica, no está limitada a una altura de 7.6 m.

Detalles de construcción

Los detalles para la construcción de dos bombas de riego que se pueden hacer en las aldeas se incluyen adelante. Se describe un mecanismo de mango para bomba, de fácil mantenimiento. Igualmente se dan sugerencias para emplear tuberías hechas de bambú.

Otros detalles sobre bombas se dan en:

Water Lifting Devices for Irrigation, por Aldert Molenaar, Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas, Roma, 1956.

Small Water Supplies, Instituto Ross, The London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, 1967.

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

Wells, TM 5 - 297/ Manual de las Fuerzas Armadas 85-23, Imprenta Oficial del Gobierno, Washington, D. C., 1957.

CALCULO DE LA CORRIENTE DE AGUA EN ARROYOS PEQUEÑOS

A continuación se da un método burdo pero muy rápido, para calcular la corriente del agua en arroyos pequeños. Al buscar fuentes de agua para beber, para riego o para fuerza motriz, se deben inspeccionar todos los arroyos de que se disponga.

Si se necesitan fuentes para usarse por largos períodos, es preciso recopilar los datos de todo el año para determinar los cambios en la corriente —especialmente avenidas altas y bajas. El número de arroyos que debe usarse y las variaciones en la corriente son factores importantes al determinar los medios que se requieren para utilizar el agua.

Herramientas y materiales

Aparato medidor del tiempo, de preferencia reloj con instantero
Cinta para medir
Flotador (véase abajo)
Vara para medir profundidades

La siguiente ecuación le ayudará a medir la corriente con rapidez: $Q = K \times A \times V$.

Q (Cantidad) = gasto en litros por minuto.
A (Area) = corte seccional del arroyo, perpendicular a la corriente, en metros cuadrados.

V (Velocidad) = velocidad del arroyo en metros

por minuto.
K (Constante) = factor de conversión corregido. Este se usa porque la corriente en la superficie es normalmente más rápida que la corriente promedio. Para las etapas normales, empléese $K = 850$; para las etapas de avenida, $K = 900$ a 950 .

Cómo encontrar A (el área) del corte seccional

Es probable que el arroyo tenga diferentes profundidades a todo lo largo, así que elija un lugar donde la profundidad del arroyo sea promedio.

1. Tome una vara de medición y colóquela verticalmente en el agua a unos 50 cm. de la orilla.

2. Tome nota de la profundidad del agua.
3. Mueva la vara a 1 metro de la orilla, río adentro directamente.
4. Tome nota de la profundidad.
5. Mueva la vara a 1.5 metros de la orilla; tome nota de la profundidad, y continúe avanzando a intervalos de 50 cm. hasta cruzar el arroyo.

Anote la profundidad cada vez que coloque la vara vertical en el arroyo. Dibuje un cuadrículado, como el de la Fig. 2, y anote en él las diferentes profundidades de tal manera que muestre un corte seccional del arroyo. Una escala de 1 cm. a 10 cm. se usa con frecuencia para tales esquemas. Contando los cuadros y fracciones de cuadro del cuadrículado, se puede calcular el área del agua. Por ejemplo, el dibujo que aquí se muestra tiene poco menos de 4 metros cuadrados de agua.



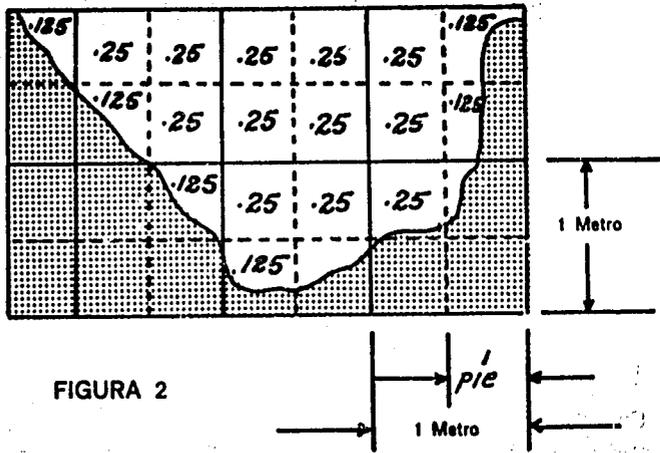


FIGURA 2

Para encontrar V (la velocidad)

Ponga un flotador en el arroyo y mida la distancia que viaja en un minuto (o fracción de minuto, si es preciso). La anchura del arroyo a la altura en que se mide la velocidad debe ser tan constante y libre de raudales como sea posible.

Un flotador ligero, tal como una astilla, a menudo cambiará de curso debido a corrientes de aire o de la superficie. Un flotador de contrapeso que permanezca vertical en el agua no cambia de curso con tanta facilidad. Un tubo o un bote de hojalata ligero, parcialmente lleno de agua o grava de modo que flote parado, con tan sólo una porción fuera del agua, no cambiará de curso con tanta facilidad, y constituye un flotador mejor para mediciones.

Cómo medir arroyos anchos

Para un arroyo ancho o irregular, es mejor dividir su cauce en secciones de 2 ó 3 metros y medir el área y la velocidad de cada una. En seguida se calcula Q para cada sección y la suma de las Q da el total de la corriente.

Ejemplo (véase Fig. 2):

- La sección es de 4 metros cuadrados
- La velocidad del flotador = 6 metros recorridos en 1/2 minuto
- La corriente del arroyo es normal

$$Q = 850 \times 4 \times \frac{6 \text{ metros}}{.5 \text{ minuto}}$$

Fuente:

Design of Fishways and Other Fish Facilities por C. H. Clay, P. E. Departamento de Pesquerías del Canadá, Ottawa, 1961.

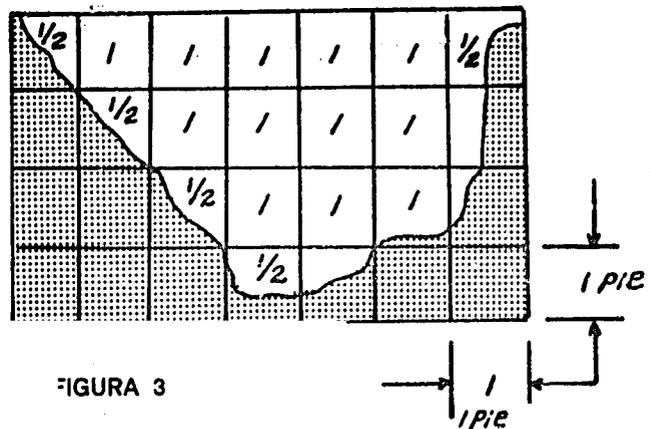


FIGURA 3

MEDIDA DE LA CORRIENTE DE AGUA EN TUBERIAS PARCIALMENTE LLENAS

La corriente de agua en tuberías horizontales parcialmente llenas o en canales circulares puede determinarse —si se conoce el diámetro interior del tubo y la profundidad del agua corriente— usando la gráfica de alineamiento (nomograma) de la Fig. 2.

Se puede verificar este método para corrientes bajas y tubos pequeños midiendo el tiempo que se emplea en llenar un cubo o tambor con una cantidad de agua de determinado peso. Un litro de agua pesa 1 kg.

Herramientas y materiales

Regla para medir la profundidad del agua.
Regla para usar con la gráfica de alineamiento.

La gráfica de alineamiento sirve para tubos de 2.5 cm. a 15 cm. de diámetro, llenos de agua de un 20 a un 60% y que tengan una superficie razonablemente lisa (tubos de hierro, acero u hormigón para albañal). La tubería o el canal deberán estar razonablemente horizontales para que los resultados sean exactos. La vista, ayudada por una plomada para establecer un punto vertical de referencia, es un criterio suficientemente bueno. Si la tubería no está tendida horizontalmente, habrá que usar otro método. Para usar el nomograma, simplemente conéctese el punto apropiado en la línea "K" con el punto apropiado en la línea "d" por medio de la regla. Hecho esto, se puede leer el gasto en la escala "q".

q = gasto del agua, litros por minuto.

d = diámetro interior del tubo en centímetros.

K = fracción decimal del diámetro vertical bajo el agua. Se halla el valor de K midiendo la profundidad del agua (h) en el tubo y dividiéndola entre el diámetro del tubo (d), o

$$\text{sea } K = \frac{h}{d} \text{ (véase la Fig. 1).}$$

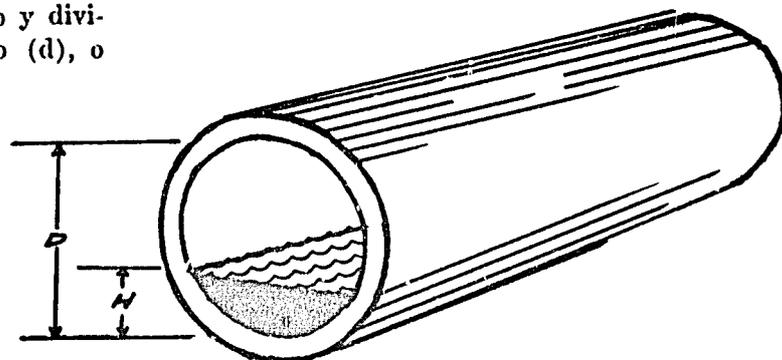


FIGURA 1

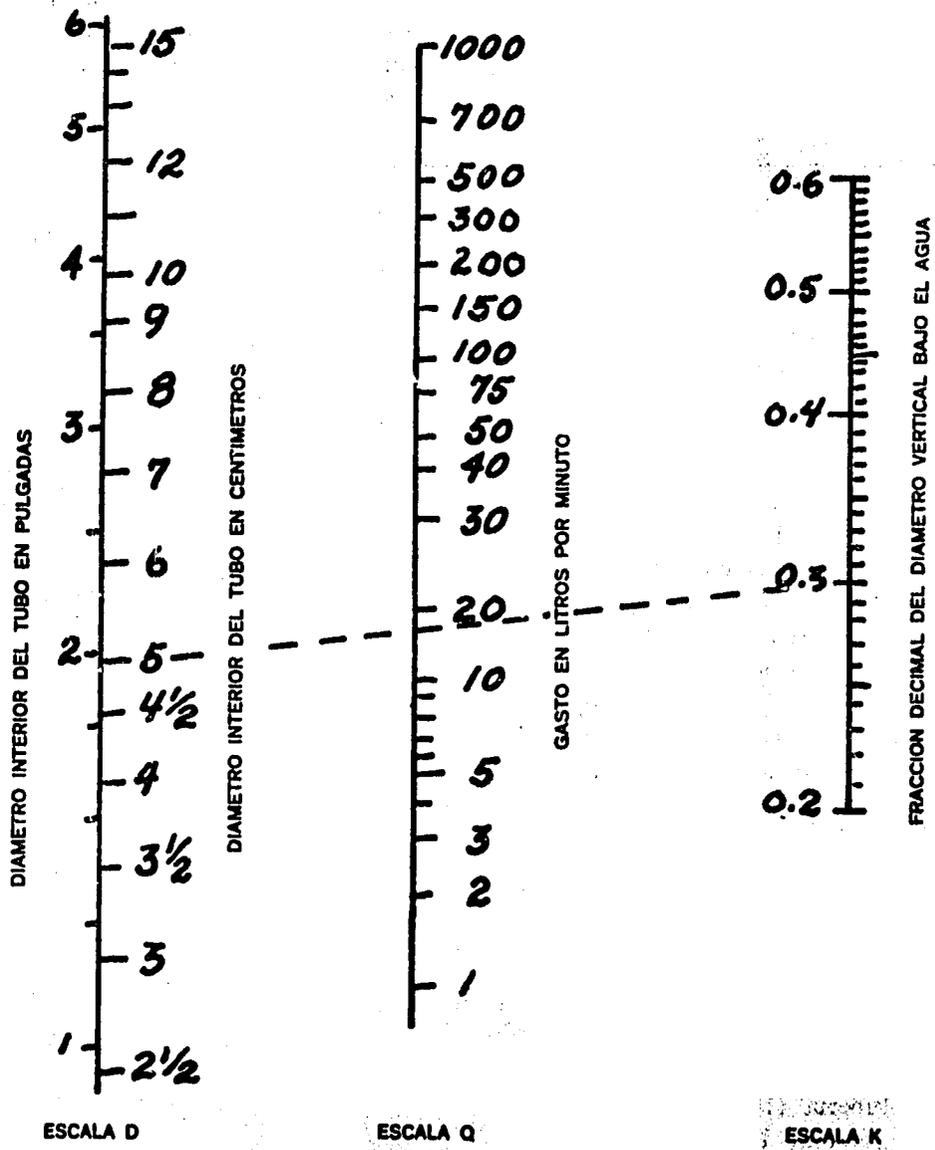
Ejemplo:

¿Cuál es el gasto del agua en un tubo que tenga un diámetro interior de 5 cm., con una corriente de 0.3 de su capacidad? Una línea recta que conecte el 5 de la escala "d" con 0.3 en la escala "K", cruza la escala "q" a un gasto de 18 litros por minuto.

Fuente:

Grave Bulletin, Purdue University (12, Núm. 5, 1928, Boletín 32).

FIGURA 2



DETERMINACION DEL GASTO PROBABLE DEL AGUA CONOCIENDOSE LA ALTURA DEL DEPOSITO Y EL DIAMETRO Y LONGITUD DE LA TUBERIA

La gráfica de alineamiento de la Fig. 1 indica, con precisión razonable, el gasto del agua cuando se conoce el diámetro de la tubería, su longitud, y la altura del depósito del agua.

El ejemplo que aquí se da es para el análisis de un sistema ya existente. Para diseñar un sistema nuevo, suponga un diámetro de tubo determinado y calcule el gasto, repitiendo el procedimiento con otros supuestos diámetros hasta que alguno de ellos arroje un gasto adecuado.

Materiales

Regla, para usarse con la gráfica de alineamiento.
Instrumentos de levantamiento topográfico, si los hay.

La gráfica de alineamiento fue calculada para tubería de acero nueva y limpia. Las tuberías con superficies más ásperas o las de acero o de hierro colado que han estado en servicio por mucho tiempo pueden producir gastos de apenas el 50 por ciento de lo predicho en esta gráfica.

La carga disponible (h) es en metros y se toma en cuenta como la diferencia de altura entre el depósito del agua y el punto de demanda de la misma. Por medio de la vista se puede hacer un cálculo burdo de dicha medida, pero para obtener resultados exactos se precisa algún tipo de instrumento de medición.

Para lograr los mejores resultados, la longitud de la tubería (L) empleada debe incluir las longitudes equivalentes de los accesorios como se explica en el párrafo de este manual "Resistencia que oponen a la Corriente los Accesorios para Tubería", pág. 70. Dicha longitud (L) dividida entre el diámetro interior de la tubería (D) nos da la razón "L/D" requerida. Al calcular L/D, cuide que las unidades de medición tanto para "L" como para "D" sean las mismas, p. ej.: metros divididos entre metros, centímetros entre centímetros.

Ejemplo:

Dada la Relación de Altura (h) de 10 metros, el diámetro interior del tubo (D) de 3 cm., y la longitud equivalente del tubo (L) de 30 metros = 3000 cm.

$$\text{Calcúlese } L/D = \frac{3000 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = 1000$$

La solución por medio de la gráfica de alineamiento implica dos pasos:

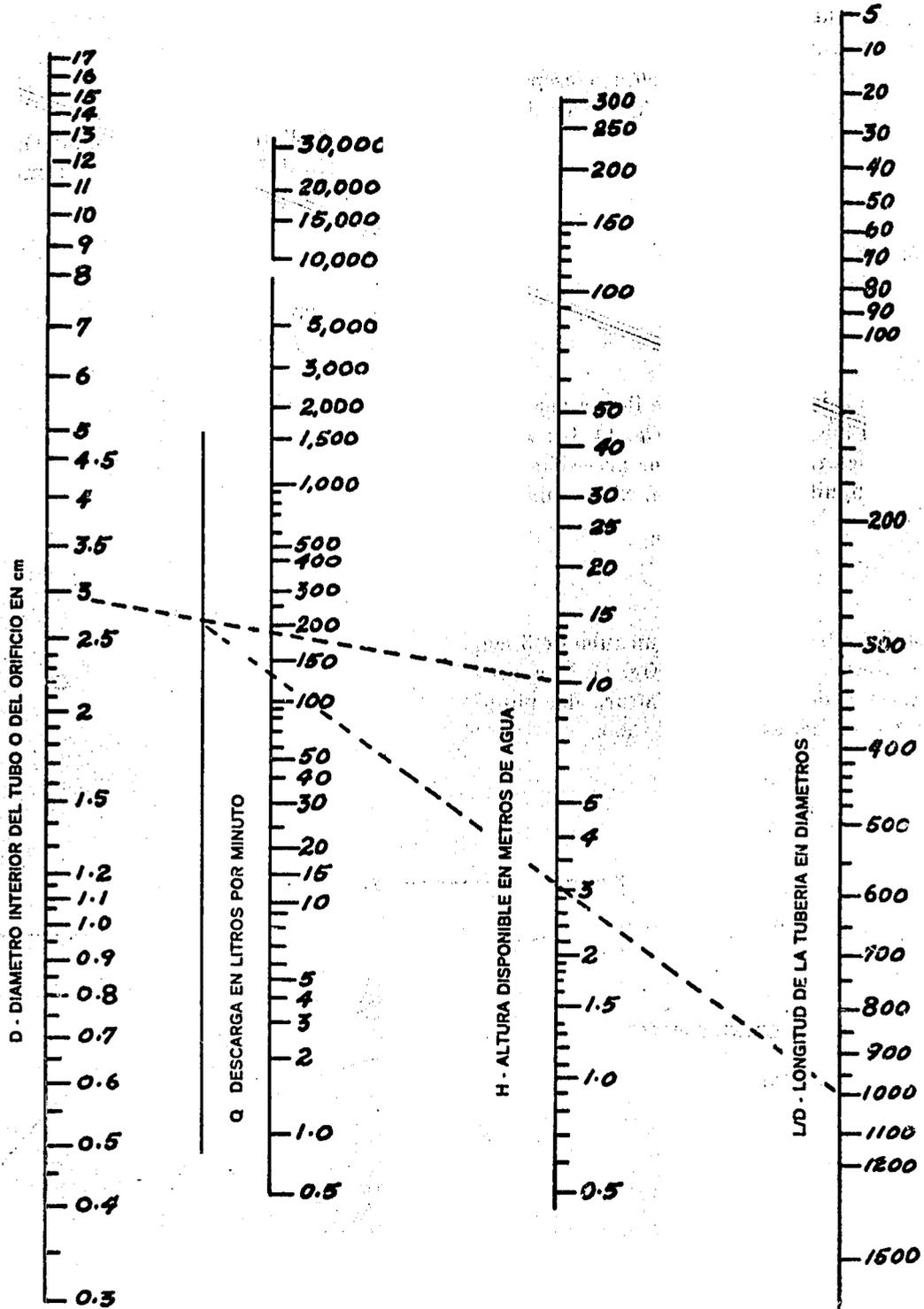
1. Unase el Diámetro Interno 3 cm. con la Relación de Altura (10 metros), y Anótese en la Escala del Indicador. (En este paso omítase la escala "Q")
2. Unase la señal anotada en la Escala del Indicador con L/D (1000), y léase la velocidad de corriente (Q) de 140 litros por minuto aproximadamente.

Fuente:

Technical Paper #407 de la Compañía Crane, páginas 54 - 55.

FIGURA

ESCALA DEL INDICADOR



Gráfica de alineamiento para determinar la corriente probable del agua cuando se conocen la altura del depósito y el diámetro y la longitud de la tubería.

MEDICION DE LA CORRIENTE DE AGUA EN UNA TUBERIA HORIZONTAL

Si se tiene una tubería horizontal que descargue una corriente completa de agua, se puede calcular el gasto consultando la gráfica de la Fig. 2. Este es un procedimiento rutinario de ingeniería al calcular corrientes; sus resultados usualmente acusan una exactitud con un margen de error de menos del 10 por ciento de la corriente real.

Materiales

Regla y lápiz para usar la gráfica
Cinta para medir
Nivel
Plomada

El agua que sale del tubo debe llenar por completo la boca del mismo (véase la Fig. 1). Los resultados de la gráfica tendrán la mayor precisión si no hay unión o manguito de reducción ni de aumento al final del tubo.

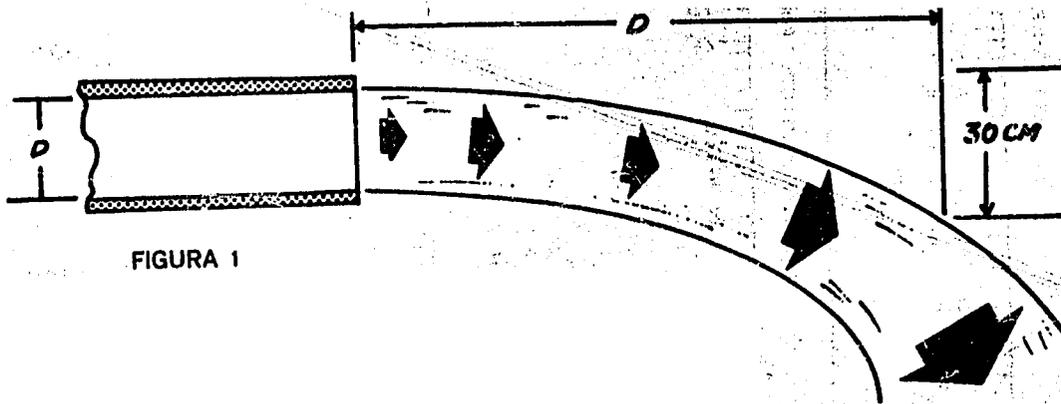
Ejemplo:

El agua fluye hacia afuera de un tubo de 3 cm. de diámetro interior (d) (véase la Fig. 1). El chorro acusa un descenso de 30 cm. a la altura del punto que queda a 60 cm. del extremo del tubo.

Conéctese el punto de 3 cm. de diámetro interior de la escala "d" en la Figura 2 con el punto de los 60 cm. en la escala "D". Esta línea cruza la escala "q" a la altura de los 100 litros más o menos por minuto, que es la velocidad a la cual está saliendo el agua del tubo.

Fuente:

"Flow of Water from Horizontal Open-end Pipes", por Clifford L. Duckworth, **Chemical Processing**, junio 1959, p. 73.



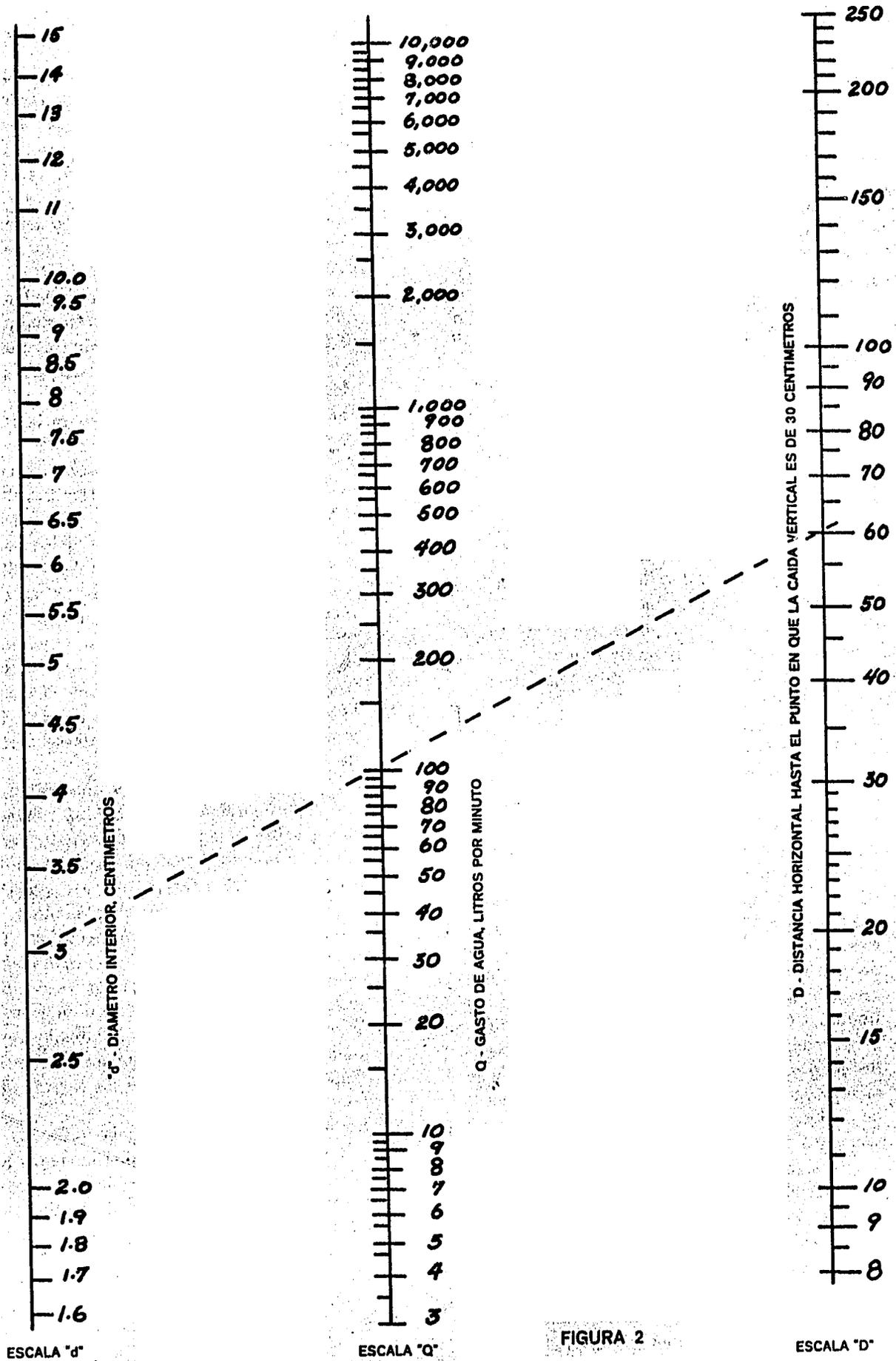


FIGURA 2

ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA: Elección de una bomba para un trabajo Especifico o Evaluación de la Bomba de que se Dispone.

La forma que se proporciona en la Figura 1, o sea la "Hoja de Datos para el Empleo de una Bomba", es una lista de anotaciones en la cual se debe resumir la información necesaria para obtener ayuda en la elección de una bomba para una situación determinada. Si dispone usted de una bomba, también puede usar la forma para calcular cuál es su capacidad de trabajo. La forma es adaptación de una hoja con especificaciones de bombas estándar utilizada por los ingenieros.

Si tiene alguna duda sobre cuánta información deberá proporcionar, es mejor dar demasiada información en vez de correr el riesgo de que falte. Cuando solicite asistencia para resolver un problema que tenga que ver con bombas, o cuando pida a los fabricantes de bombas que le indiquen la mejor bomba para su servicio, proporcione informes completos sobre el uso que se le dará y en qué forma se va a instalar. Si no da todos los detalles a los expertos, podría tener problemas con la bomba elegida.

Para darle una idea mejor de cómo utilizar la "Hoja de Datos para el Empleo de Bombas", ésta se proporciona llena con un caso típico. Para llenarla, haga una forma para su propio uso particular. Los siguientes comentarios a cada uno de los datos enumerados en la hoja de datos le ayudarán a completar la forma debidamente.

1. Proporcione la composición exacta del líquido que va a ser bombeado: agua dulce o salada, aceite, gasolina, ácido, álcali, etc.
2. Se puede encontrar el porcentaje del peso de los sólidos poniendo una muestra típica en un cubo. Deje que los sólidos se asienten en el fondo y decante el líquido (o filtre el líquido en un cedazo, de modo que sea transparente el líquido final). Pese los sólidos y el líquido y proporcione el porcentaje del peso que tienen los sólidos. Si esto no es posible, mida el volumen de la muestra (en litros) y el volumen de los sólidos (en centímetros cúbicos, cucharaditas, etc.) y envíe estos datos. Describa cabalmente el material sólido y envíe una muestra si es posible. Esto es importante puesto que, si no se selecciona la bomba adecuada, los sólidos desgastarán y romperán las partes móviles.

El porcentaje del peso de los sólidos =
$$100 \times \frac{\text{el peso de los sólidos en la muestra de líquido}}{\text{el peso del líquido en la muestra}}$$

el peso del líquido en la muestra

3. Si no tiene termómetro para medir la temperatura, supóngala, teniendo cuidado de hacer que su suposición tienda a lo alto. A menudo comienzan los problemas con las bombas cuando las temperaturas del líquido en la toma son demasiado altas.
4. Las brujas de gas o el hervor ocasionan problemas especiales, y siempre se les debe mencionar.
5. Proporcione la capacidad (velocidad a la cual quiere transportar el líquido) en cualquier unidad conveniente (litros por minuto) incluyendo el total de la máxima capacidad para cada orificio de salida.
6. Incluya informes completos sobre la fuente de energía que va a usar.
 - A. Si va a comprar un motor eléctrico para la bomba, asegúrese de indicar el voltaje con que cuenta. Si la energía es A. C. (corriente alterna), dé la frecuencia (en ciclos por segundo) y el número de fases. Usualmente los motores chicos son monofásicos. ¿Desea usted un interruptor a presión u otros medios especiales para echar a andar el motor automáticamente?
 - B. Si quiere adquirir una bomba impulsada a máquina, indique el tipo y costo del combustible, la altura, la temperatura máxima del aire, y explique si éste último es notablemente húmedo o polvoso.
 - C. Si ya tiene un motor o una máquina eléctricos, proporcione toda la información que pueda sobre el aparato. Incluya la velocidad, dibuje la máquina, teniendo especial cuidado de proporcionar el diámetro del eje transmisor y su posición con respecto a la armadura. Si proyecta usar una correa de transmisión, describa el tamaño y tipo de la polea. Finalmente, debe calcular la potencia. Lo mejor es copiar íntegramente los datos en la placa de nomenclatura. Si puede obtener estos otros datos acerca de su máquina, proporcione el número de cilindros, su tamaño y, si fuera posible, la carrera del émbolo.
7. La "carga" o presión que debe vencer la bomba y la capacidad (flujo de agua necesario) determina el tamaño y la potencia de la bomba. El párrafo sobre "El Tamaño de la bomba y los Caballos de Fuerza Necesarios", de la página 72, explica cómo calcular los casos sencillos relativos a la carga hidrostática. La mejor forma es explicar las "cargas" dibujando un croquis preciso de la tubería (ver el Número 10 de la "Hoja de datos para el empleo de bombas"). Tenga

HOJA DE DATOS PARA EL EMPLEO DE BOMBAS

NOMBRE *Juan Sánchez* FECHA *14 de julio, 1971*
 DIRECCION *Apertado postal 8322*
 *Cordoba*
 *Veracruz*

1. Líquido a ser bombeado: *Agua Dulce*

2. Efecto corrosivo del líquido:

(a) Porcentaje de sólidos por peso: *1-2 por ciento*

(b) Tipo de sólidos: *arena*

(c) Tamaño de los sólidos: *partículas más grande - 1mm*

3. Temperatura máxima del líquido que entra a la bomba: *35°C*

4. Casos especiales (explique):

(a) Gases en el líquido: *no*

(b) Líquido en ebullición: *no*

5. Capacidad requerida: litros por minuto

o: *1200* kilogramos por hora

o: *600 Kg. por hora del desagüe inferior*

o: *600 Kg. por hora del desagüe superior*

6. Fuente de energía disponible:

(a) Eléctrica: *110* voltios

CA: *una* fase o: CD: voltios

..... *50* ciclos por segundo

(b) Combustible:

(c) Otros:

7. Carga hidrostática (del) diferencial y carga aspirante: *Ver dibujo*

8. Material de la tubería: De succión: *Hierro galvanizado (ver dibujo para el tamaño)*

De descarga: *Hierro galvanizado (ver dibujo para el tamaño)*

9. Conexiones para la bomba:

Tamaño de la tubería:

(diámetro interior): Toma: *5.25 cm.* Desagüe: *5.25 cm.*

10. Croquis de la tubería (mostrando todos los accesorios y válvulas)

..... *adjunto*

11. Comentarios pertinentes:

Figura 1: Hoja de Datos para Empleo de Bombas. Haga una copia de esta forma para su propio uso.

NOTA: Para obtener informes sobre la selección y el empleo de una bomba, envíe la forma llena (conservando copia para referencia) a una universidad local, un fabricante de bombas o a VITA, College Campus, Schenectady, New York, 12308, U.S.A.

cuidado de proporcionar la carga y la tubería de la toma, separadamente de la presión y la tubería del desagüe, es esencial una descripción fidedigna de la tubería para calcular lo relativo a la fricción. Ver Fig. 2.

8. Se precisa saber el material de la tubería, el diámetro interior y el espesor de la misma para hacer los cálculos de carga hidrostática y comprobar si los tubos son lo suficientemente fuertes para resistir la presión. Véase "Elevación y transporte del agua" donde encontrará comentarios sobre cómo especificar el diámetro de la tubería.
9. Las conexiones para las bombas comerciales tienen rebordes normales o rosca estándar para tubería.
10. En el croquis muestre siempre lo siguiente:
 - (a) Tamaño de los tubos; indique dónde se cambia el tamaño, señalando los accesorios de reducción. (Lea la "Introducción a los comentarios sobre el diámetro de los tubos)
 - (b) Todos los aditamentos de la tubería —codos, tes, válvulas (indique el tipo de vál-

vula), etc.

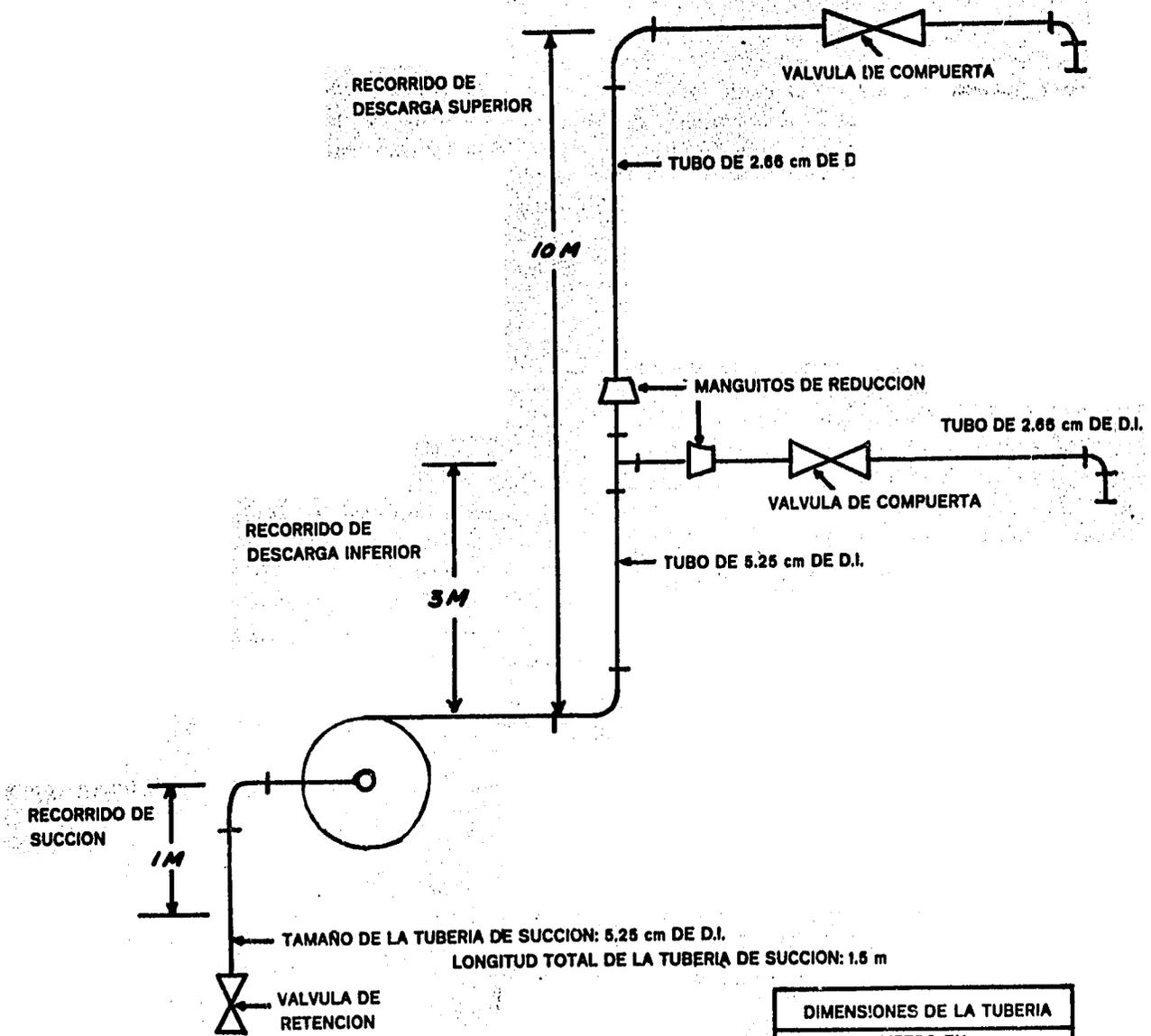
- (c) Longitud de cada tramo de tubo en una sola dirección. Las dimensiones más importantes son las de cada sección de tubo y las del recorrido vertical total.
11. Proporcione informes sobre cómo se utilizará la tubería. Diga algo relativo a lo siguiente:
 - ¿La instalación será en interiores o a la intemperie?
 - ¿Será para servicio continuo o intermitente?
 - ¿Hay limitaciones de espacio o de paso?

NOTA: Para obtener asistencia en la selección o el uso de bombas, envíe una "Hoja de Datos para el Empleo de Bombas" a una universidad local, a una fábrica de bombas o a VITA, College Campus, Schenectady, New York 12308, U. S. A.

Fuente:

Benjamín P. Coe, P. E./Director Ejecutivo, VITA, Schenectady, New York.

FIGURA 2
(NO ESTA A ESCALA)



DIMENSIONES DE LA TUBERIA	
DIAMETRO EN cm	
INTERIOR	EXTERIOR
2.66	3.34
5.25	6.04

COMO DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA TUBERIA O LA VELOCIDAD DEL AGUA EN LA MISMA

La elección del tamaño de los tubos es uno de los primeros pasos para diseñar un sistema sencillo de obtención de agua.

Se puede usar la gráfica de la Fig. 1 para computar las dimensiones necesarias de los tubos cuando se conoce la velocidad del agua. La gráfica también se puede usar para saber la velocidad que debe tener el agua al utilizar un tamaño determinado de tubo, para que proporcione el gasto requerido.

Herramientas y materiales

Regla y lápiz

Los sistemas eficaces de bombeo de agua emplean velocidades de agua de 1.2 a 1.8 metros por segundo. Las velocidades muy altas exigen bombas de alta presión que, a su vez, requieren motores grandes y gastan corriente en exceso. Las velocidades demasiado bajas resultan costosas porque se deben usar tubos de diámetros mayores.

Podría ser aconsejable calcular el costo de dos o más sistemas basándose en diferentes tamaños de tubo. Recuerde que casi siempre es mejor elegir tubería un poco más grande si se esperan corrientes mayores en los próximos 5 ó 10 años. Además, las tuberías para agua a menudo se corroen y se les forman incrustaciones de óxido, lo cual reduce el diámetro y, por lo mismo, hace que aumenten la velocidad y la presión que deba ejercer la bomba

para mantener la corriente a la velocidad original. Si se diseña el sistema de entubado con un margen extra de capacidad, se puede obtener más agua aumentando la capacidad de la bomba sin tener que cambiar toda la tubería.

Para usar la gráfica, localice la corriente (en litros por minuto) que necesite, en la línea Q. Trace una línea desde ese punto, pasando por la velocidad de 1.8 m/segundo en la línea V, hasta llegar a la línea d. Elija el tamaño de tubería estándar más cercano.

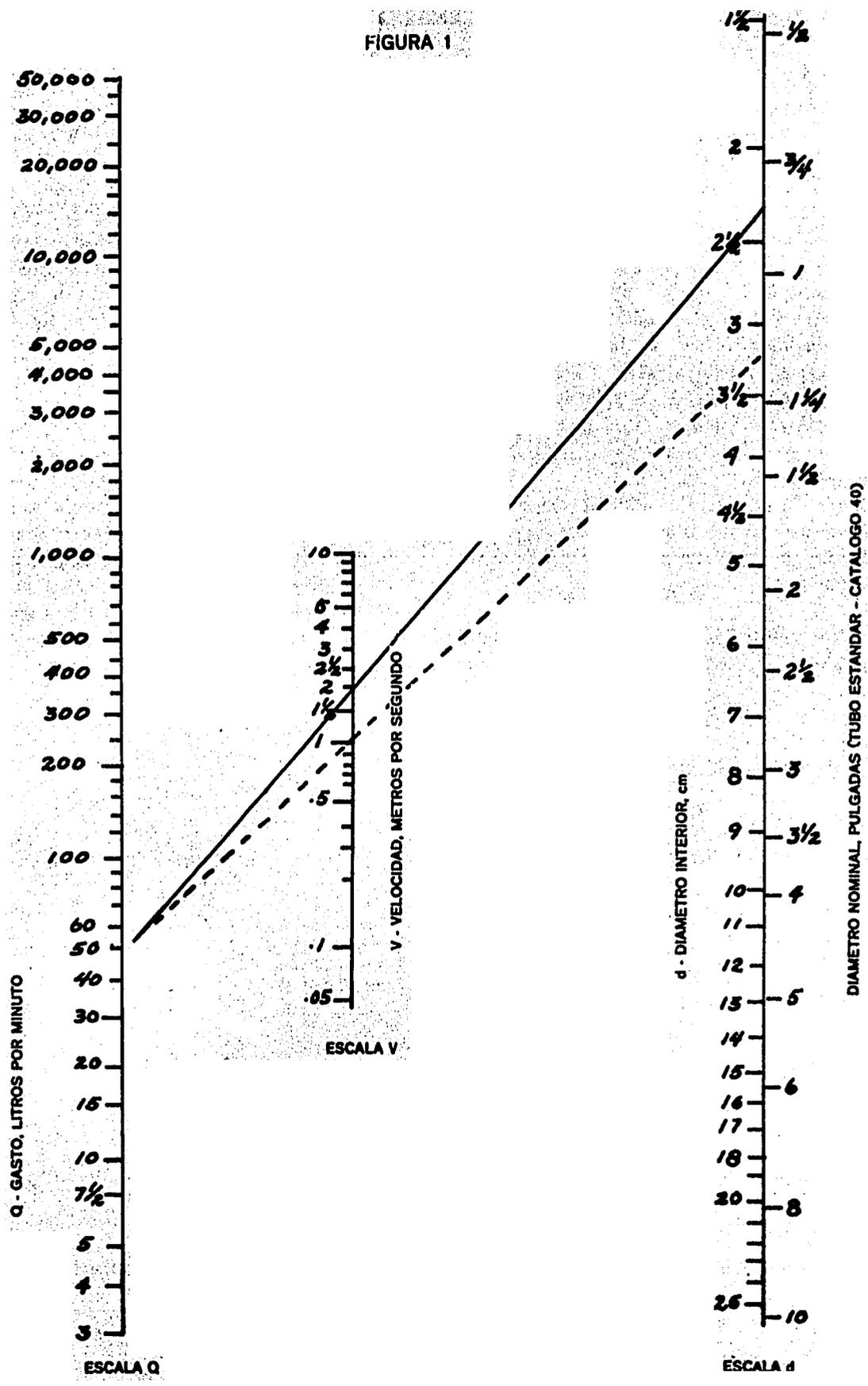
Ejemplo:

Supongamos que se necesita una corriente de 50 litros por minuto en la hora de mayor demanda. Trace una línea desde los 50 litros por minuto en la línea Q, que corte la línea V a la altura de los 1.8 m/seg. Observe que dicha recta cruza la línea d cerca de los 2.25. El tamaño adecuado para la tubería sería entonces el siguiente mayor, de los tubos estándar: v. gr. 1" de diámetro nominal, de la norma 40 de los E. U. Si los gastos de bombeo son elevados (electricidad o combustible), sería conveniente poner un límite de 1.2 m/seg. a la velocidad e instalar tubería ligeramente mayor.

Fuente:

Technical Paper 409 de la Compañía Crane, páginas 46-47.

FIGURA 1



RESISTENCIA A LA CORRIENTE DE LOS ACCESORIOS PARA TUBERIA

Una de las fuerzas que debe vencer una bomba al acarrear agua es la de la fricción/resistencia que los accesorios y válvulas para tubería ofrecen al paso del agua. Cualesquiera dobleces, válvulas, reducciones o aumentos (como al pasar por un tanque) aumentan la fricción.

La gráfica de la Fig. 1 proporciona un método sencillo, pero confiable para estimar esta resistencia: proporciona la longitud equivalente de tubería recta que ofrecería la misma resistencia. En seguida, se agrega a la longitud real de la tubería la suma de estas longitudes equivalentes: esto nos da la **longitud total equivalente de la tubería**, la cual se utiliza en el párrafo sobre el "Tamaño de la bomba y los caballos de fuerza necesarios", para determinar la pérdida total por fricción.

En lugar de calcular la caída de presión para cada una de las válvulas o accesorios separadamente, ésta gráfica proporcionará la longitud equivalente de tubería recta.

Válvulas: Nótese la diferencia en longitud equivalente dependiendo de cuán abierta esté la válvula.

1. Válvula de tipo de compuerta —válvula de abertura total; puede verse a través de ella cuando está abierta; se usa para cortar completamente

Ejemplo 1:

Tubo de 5 cm. de diámetro interior

- a. Válvula de Compuerta (completamente abierta)
- b. Corriente que entra a la tubería —entrada ordinaria
- c. Aumento súbito a tubo de 10 cm. ($d/D = 1/2$)
- d. Longitud del tubo

Longitud equivalente total

Longitud Equivalente en Metros

4

1.0

1.0

10.0

12.4

Ejemplo 2:

Tubo de 10 cm. de diámetro interior

- a. Codo (estándar)
- b. Longitud del tubo

Longitud equivalente total

Longitud Equivalente en Metros

4.0

10.0

14.0

la corriente.

2. Válvula esférica —no puede verse a través de ella cuando está abierta; se usa para regular la corriente.
3. Válvula de conductos en ángulo recto —como la esférica, se usa para regular la corriente.
4. Válvula de chapaleta —se abre para permitir el paso de la corriente en una dirección, pero se cierra cuando el agua trata de correr en dirección opuesta.

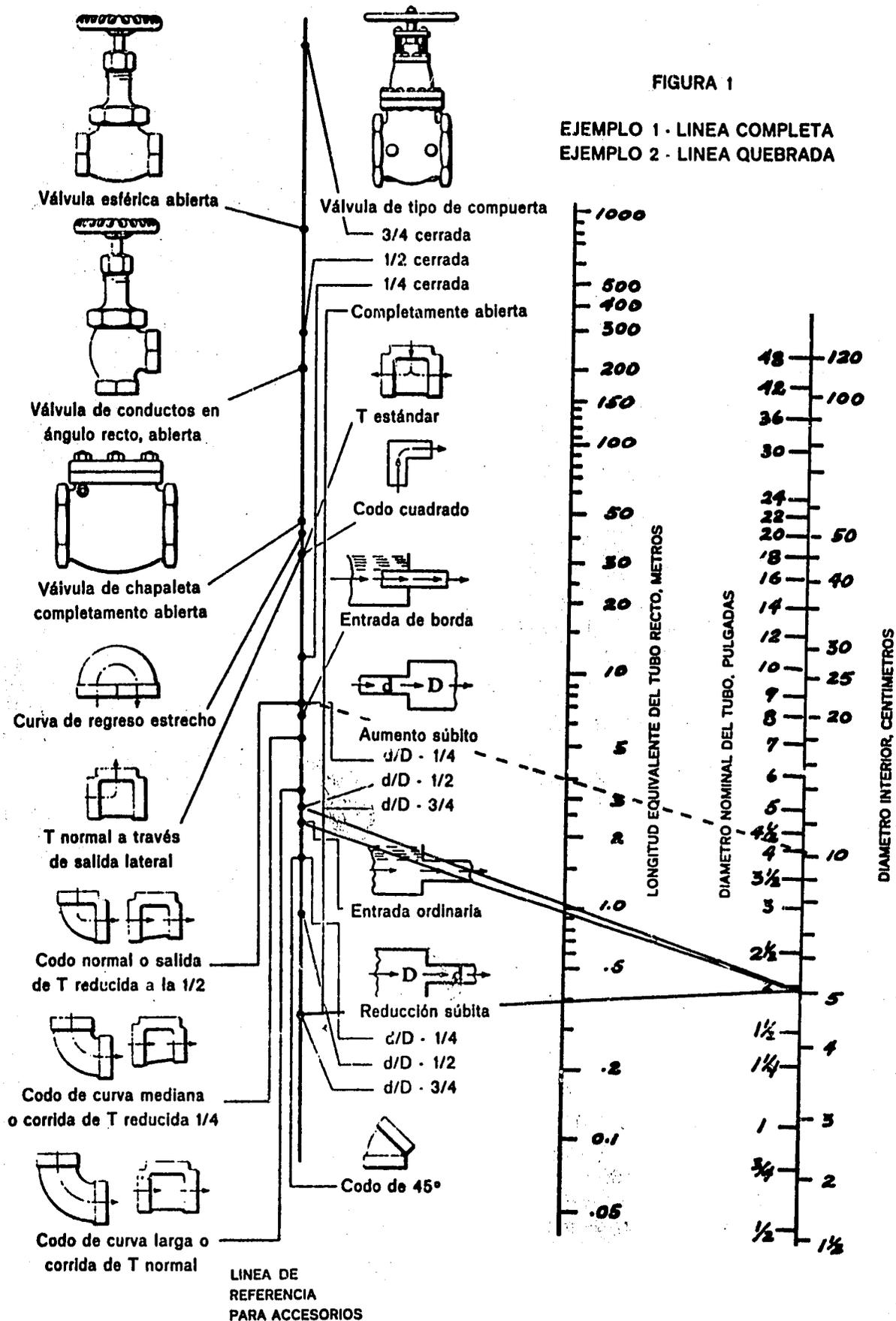
Accesorios

Estudie la diversidad de tes y codos; observe cuidadosamente la dirección de la corriente a través de la te. Para determinar la longitud equivalente de un accesorio, (a) busque el punto apropiado en la línea de "accesorios", (b) conéctelo con el diámetro interior del tubo, usando una regla; lea en metros la longitud equivalente del tubo recto, (c) añada la longitud equivalente del accesorio a la longitud real del tubo que se usa.

Fuente:

Technical Paper #409 de la Compañía Crane, páginas 20-21.

RESISTENCIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS AL PASO DE FLUIDOS



TAMAÑO DE LA BOMBA Y CABALLOS DE FUERZA NECESARIOS

Se puede seleccionar el tamaño necesario de la bomba (diámetro de la boca de salida) y determinar los caballos de fuerza necesarios para hacerla funcionar utilizando la gráfica de la Figura 2. La fuerza motriz la pueden proporcionar hombres o motores.

Un hombre puede generar alrededor de 0.1 caballo de fuerza (HP) durante un tiempo razonablemente largo y 0.4 HP. durante esfuerzos cortos. Los motores son diseñados con cantidades variables de caballaje.

Herramientas

Regla y lápiz para usar con la gráfica.

Para el cálculo preliminar del tamaño de una bomba empleada para levantar líquido a una altura conocida por medio de una tubería sencilla, síganse los pasos siguientes:

1. Determinése la cantidad de flujo deseada en litros por minuto.
2. Mídase la altura de la aspiración requerida (desde el punto en que el agua entra en la tubería aspirante de la bomba hasta el punto en que sale).
3. Consultando el párrafo sobre "Cómo determinar el tamaño de la tubería o la velocidad del agua en la misma", página 68, elíjase el tamaño de tubería que permita al agua una velocidad de unos 1.8 metros por segundo. Se da preferencia a esta velocidad porque generalmente encierra la combinación más económica de bomba y tubería; el paso número 5 explica cómo hacer las conversiones para velocidades de agua más altas o más bajas.
4. Calcúlese la presión hidrostática perdida por rozamiento en la tubería (una presión hidrostática de 3 metros representa la presión en la base de una columna de agua de 3 metros de altura) para la longitud total equivalente de la tubería, incluyendo el entubado de succión y de descarga y las longitudes equivalentes de tubo para

las válvulas y accesorios, usando la siguiente ecuación:

Presión hidrostática perdida por fricción =

$$\frac{F \times \text{longitud total equivalente de la tubería}}{100}$$

en cuyo caso F es igual a la presión hidrostática aproximada perdida por rozamiento (en metros) por cada 100 metros de tubería. Para saber el valor de F, véase la tabla de la Figura 1. Consúltese el párrafo anterior si se desea la explicación sobre la longitud total equivalente de la tubería.

5. Para encontrar F (presión hidrostática aproximada perdida por rozamiento en metros por cada 100 m de tubería) cuando la velocidad del agua sea superior o inferior a los 1.8 metros por segundo, guíese por la siguiente ecuación::

$$F = \frac{F \text{ a } 1.8\text{m/seg}^2 \times V^2}{1.8\text{m/seg}^2}$$

en la cual V = la velocidad superior o inferior.

Ejemplo:

Si la velocidad del agua es de 3.6 m. por segundo y F a 1.8 m/seg. es igual a 16, entonces:

$$F = \frac{16 \times 3.6^2}{1.8^2} = \frac{16 \times 13}{3.24} = 64$$

6. Obténgase la presión hidrostática total de la siguiente manera:
Presión Hidrostática Total = Altura de Aspiración + Presión Hidrostática Perdida por Rozamiento.

Diámetro interior de la tubería cm	2.5	5.1	7.6	10.2	15.2	20.4	30.6	61.2
pulgadas*	1"	2"	3"	4"	6"	8"	12"	24"
F (pérdida aproximada en METROS por rozamiento por cada 100 metros de tubería.)	16	7	5	3	2	1.5	1	0.5

FIGURA 1. Promedio de pérdida por rozamiento en metros para agua dulce en tubería de acero a una velocidad de 1.8 METROS POR SEGUNDO.

* Para el grado de exactitud de este método, se puede usar bien sea el diámetro interior a la vista, o las dimensiones nominales de la Norma 40, U.S.

7. Usando una regla, conecte el punto correspondiente en la línea T con el punto apropiado en la línea Q; lea los caballos de fuerza para el motor y el tamaño de la bomba en las otras dos líneas.

Ejemplo:

Corriente deseada: 400 litros por minuto
 Altura de la succión: 16 metros, sin aditamento
 Tamaño del tubo: 5 cm.
 Pérdida por rozamiento: 1 metro, más o menos.
 Presión hidrostática total: 17 metros.

Solución:

Tamaño de la bomba: 5 cm.
 Caballos de fuerza del motor: 3 HP

Nótese que los caballos de fuerza de agua son menos que los caballos de fuerza del motor. (véase la línea-HP, Figura 2) Esto se debe a las pérdidas por rozamiento en la bomba y en el motor. El nomograma deberá usarse para cálculos aproximados únicamente. Cuando se desee una determinación exacta, proporciónense los informes completos sobre la corriente y la tubería al fabricante de bombas o a un experto. El posee los datos exactos sobre sus bombas para varios usos. Las especificaciones de las bombas pueden ser inexactas, especialmente si la tubería de aspiración es larga y la altura de aspiración es grande.

Conversión de los caballos de fuerza al sistema métrico

Una vez sabidos los límites de exactitud de este método, se puede considerar casi iguales los caballos

de fuerza métricos, a los que indica el nomograma. Se puede obtener los caballos de fuerza exactos del sistema métrico multiplicando los caballos de fuerza por 1.014.

Fuente de información:

Nomographic Charts, por C. A. Kulman, McGraw-Hill Book Co., New York, 1951, páginas 108-109.

COMO DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LA BOMBA ASPIRANTE

La distancia a la cual una bomba aspirante puede elevar el agua depende de la altura sobre el nivel del mar y, en grado menor, de la temperatura del agua. La gráfica de la Figura 1 le ayudará a calcular el trabajo que puede desempeñar una bomba aspirante a varias altitudes y a varias temperaturas del líquido.

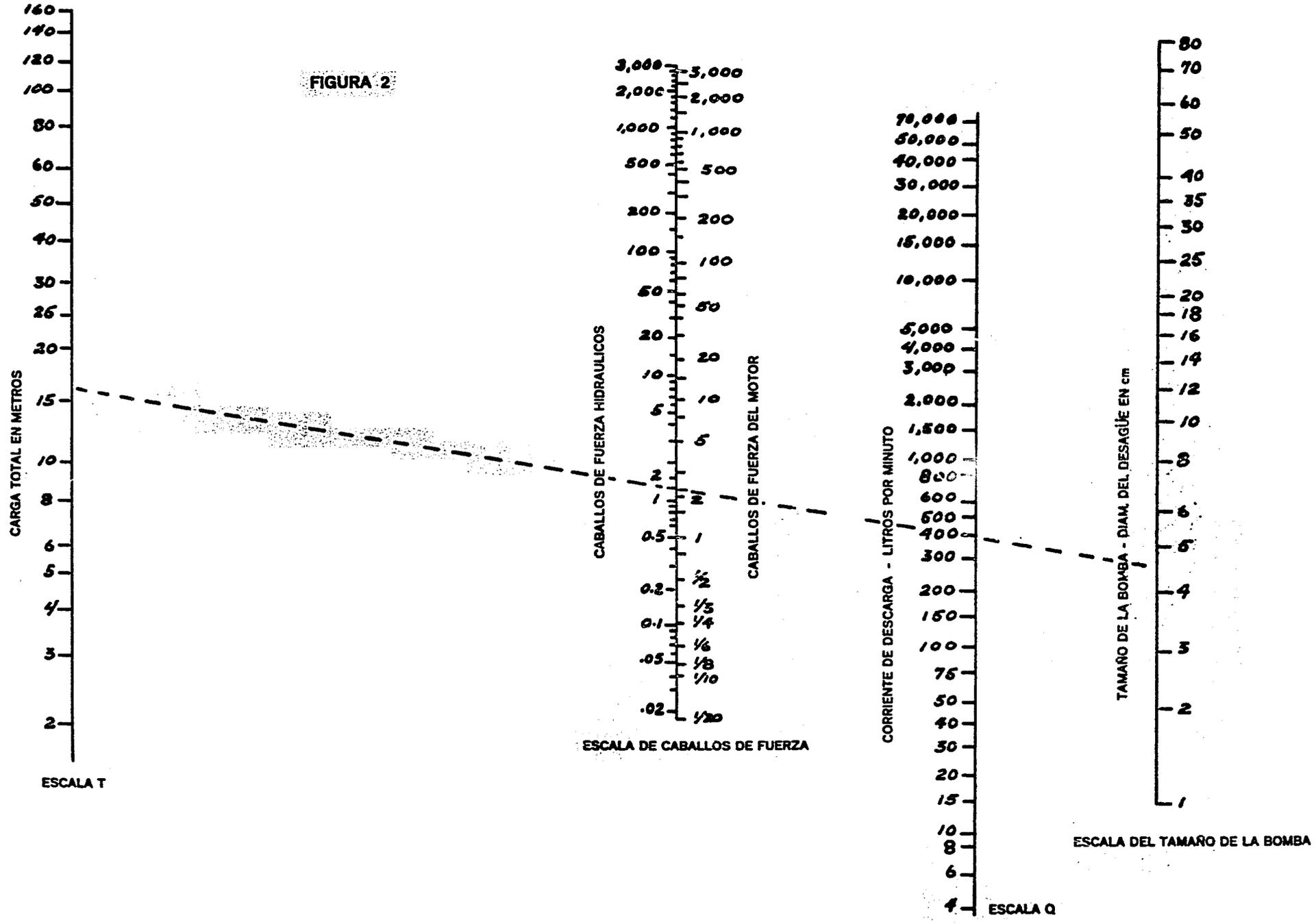
Herramientas

Cinta para medir
 Termómetro

Si conoce la altitud del lugar y la temperatura del agua, la Figura 1 le indicará la distancia máxima permisible entre la caja de la bomba y el nivel de agua más bajo que se espera. Si la gráfica indica que las bombas aspirantes son ineficaces o que no darán resultado, entonces se deberá usar una bomba impelente. Para esto se necesita instalar la bomba abajo en el pozo, lo suficientemente cerca del nivel más bajo probable del agua para que funcione debidamente.

La gráfica muestra elevaciones normales. Las máximas elevaciones posibles bajo condiciones favorables serían alrededor de 1.2 metros más altas, pero requerirían un bombeo más lento y posiblemente da-

FIGURA 2



rían muchos problemas al “perder el cebado”.

Compare las predicciones de la gráfica midiendo elevaciones en pozos cercanos o experimentando.

Fuente de información:

Mechanical Engineer's Handbook, por Theodore Baumeister, 6a. Ed., McGraw-Hill Book Co., New York, registrado en 1958. Con autorización. (Adaptado)

Ejemplo:

Supongamos que la altitud del sitio es de 2000 metros y la temperatura del agua de 25 C. La gráfica indica que la altura normal sería de 4 metros.

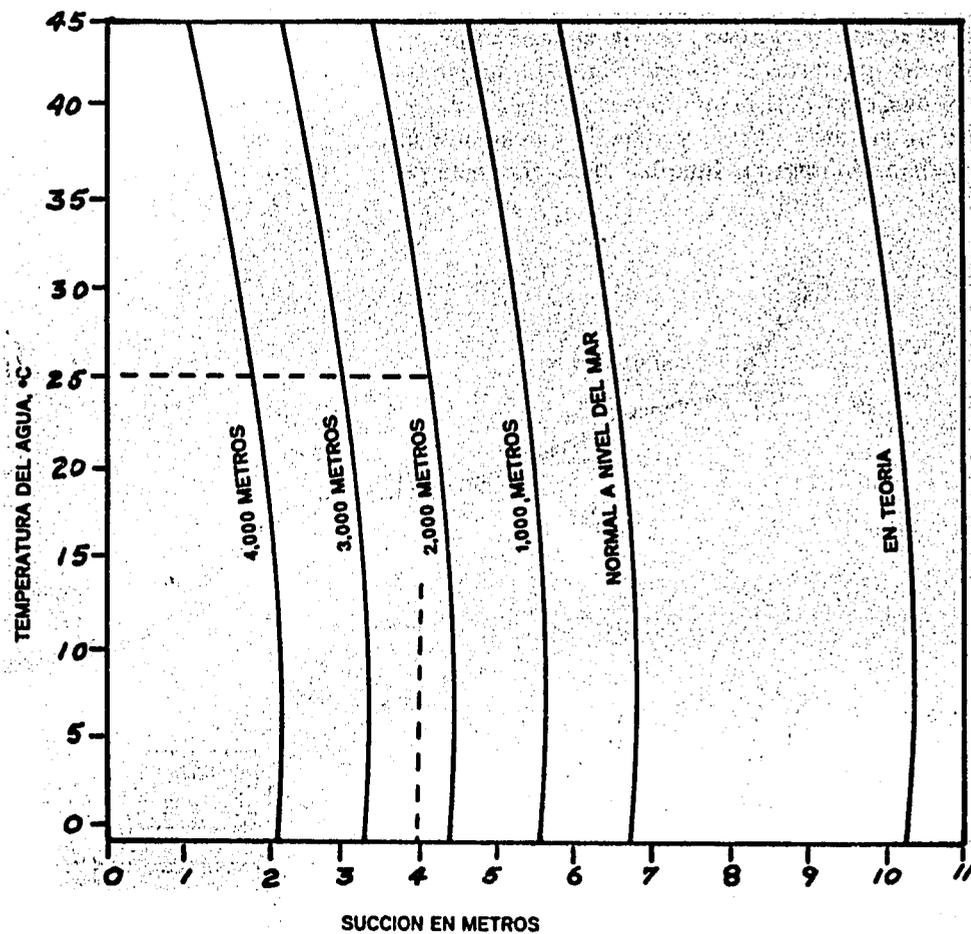


FIGURA 1

TUBERIA DE BAMBU

En las regiones en las que se puede obtener fácilmente el bambú, puede ser un buen sustituto de las tuberías de metal. Pueden hacer tubos de bambú fácilmente trabajadores sin adiestramiento, con materiales locales. A continuación se dan los rasgos sobresalientes del diseño y la construcción de un sistema de entubado de bambú.

Las tuberías de bambú se usan ampliamente en Indonesia para llevar agua a las aldeas. En muchas áreas rurales de Taiwan, se usa comúnmente entubado de bambú en lugar del de hierro galvanizado para pozos profundos, que llegan a alcanzar una profundidad máxima de 150 metros. Las secciones de bambú de 50 mm. se enderezan por la aplicación de calor, y se les quitan los nudos interiores. La mampara se hace agujerando el bambú y envolviendo esa sección en un material fibroso y felpudo que se obtiene de la palma *Chamaecrops humilis*. De hecho, mampa-

ras fibrosas similares se emplean asimismo en muchos pozos de tubo de hierro galvanizado.

Herramientas y materiales

Cinceles (véase texto y figura 2)

Clavo, chaveta o pezonera

Materiales para calafatear

Brea

Cuerda

La tubería de bambú puede resistir una presión hasta de dos atmósferas (unos 2.1 kg. por centímetro cuadrado). Por lo tanto, no se le puede usar como entubado de presión. Es más adecuada en regiones en las cuales la fuente de abastecimiento queda más alta que el área que va a ser beneficiada y, por lo tanto, el agua fluye por gravedad.

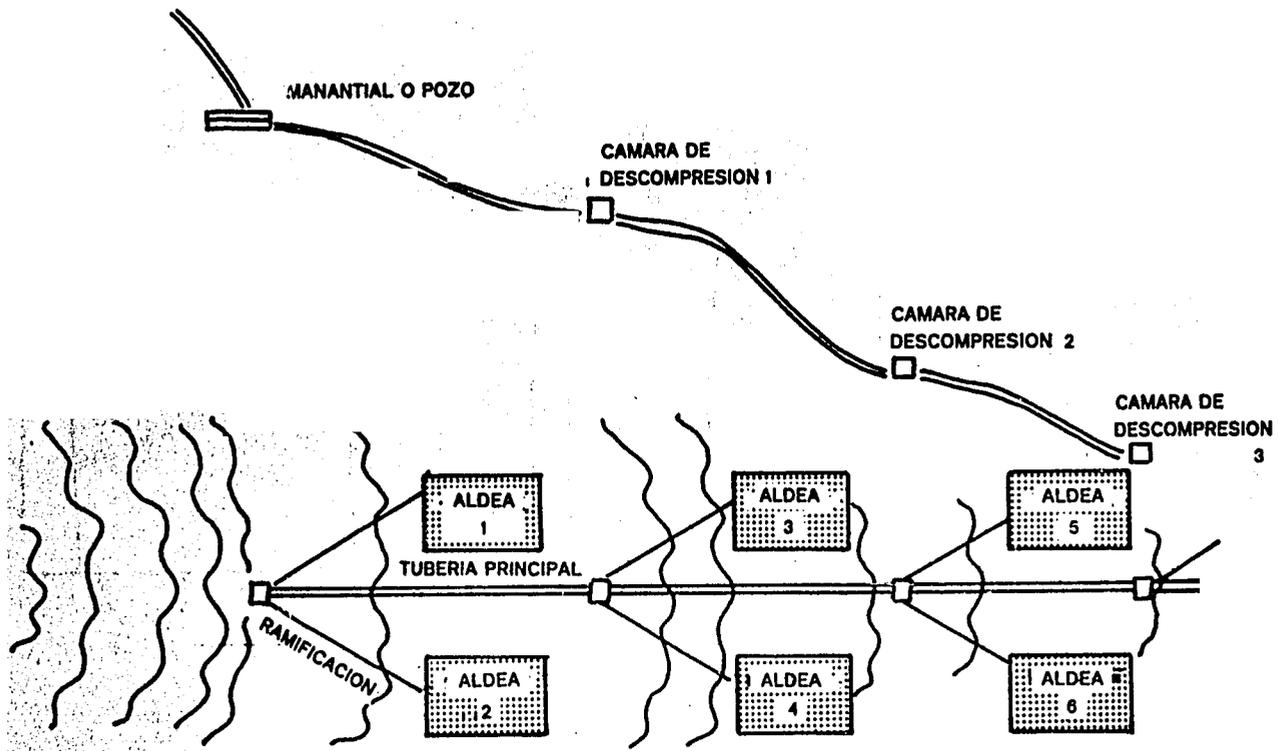


FIGURA 1

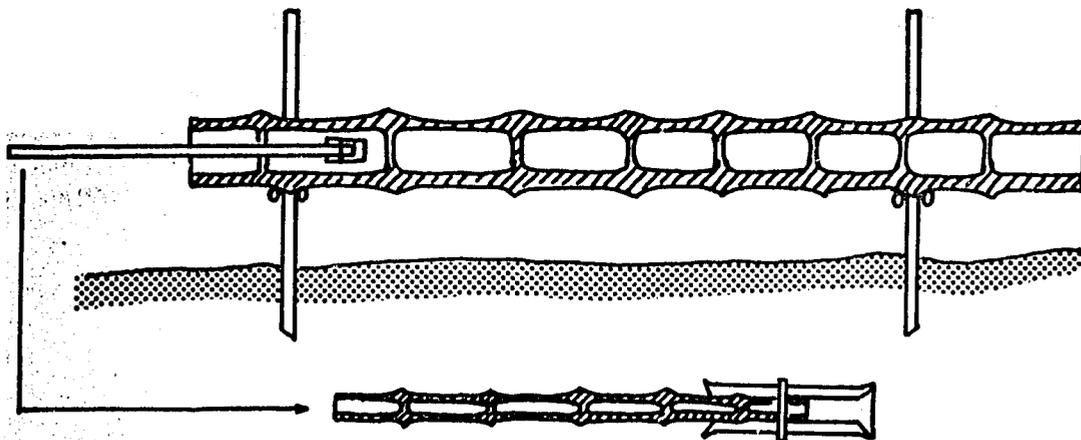


FIGURA 2

Lo relativo a la salud

Si la tubería de bambú ha de transportar agua para beber, el único tratamiento preservativo que se recomienda es la aplicación de ácido bórico: bórax en una proporción de 1:1 por peso. El tratamiento recomendado consiste en sumergir completamente el bambú verde en una solución que contenga 95 por ciento de agua y 5 por ciento de ácido bórico; bórax.

Apenas puesta en servicio, la tubería de bambú imparte un olor indeseable al agua. Sin embargo, éste desaparece en unas tres semanas. Si se clora el agua antes que entre a la tubería, se requiere un depósito que permita un tiempo de contacto suficientemente largo para asegurar una desinfección eficaz puesto que los tubos de bambú eliminan los compuestos de cloro y entonces no quedaría ningún cloro residual dentro de la tubería. Para evitar la posibilidad de contaminación por medio del agua del suelo, un peligro siempre latente, lo indicado es mantener la presión interna dentro de la tubería a un nivel más alto que el de cualquier presión hidrostática que provenga de fuera de la tubería. Así, cualquier fuga será siempre del tubo hacia afuera, y el agua contaminada no entrará en la tubería.

Diseño y construcción

La tubería de bambú se hace con secciones de bambú de la longitud deseada trepanando el penéculo que divide las juntas. En la Fig. 2 se muestra un cincel circular para este fin. Se acompaña un extremo de una sección corta de tubo de acero para aumentar su diámetro y se afila dicho extremo. Se usa como barra portabarrenas una sección de tubo de bambú suficientemente pequeña para poder entrar en el tubo, y se fija a éste taladrando un agujero pequeño a la altura de la unión de ambos e insertando un clavo en el agujero. El clavo también se conoce como chaveta o pezonera. Es necesario tener tres o más cinces que vayan desde el diámetro más pequeño deseado, hasta el más grande. En cada unión se quita el penéculo abriendo en él un agujero con el cincel de menor diámetro, y luego, ensanchando progresivamente el agujero con los cinces de diámetro mayor.

Las secciones de tubo de bambú se unen de varias maneras, como lo indica la Figura 3. Las juntas se impermeabilizan rellenándolas de algodón crudo mezclado con brea, y atándolas fuertemente con cuerda empapada en brea caliente. Se protege la tu-

bería de bambú colocándola bajo tierra y manteniendo una corriente continua en ella. Las partes del tubo que quedan sobre el suelo se resguardan envolviéndolas en capas de fibra de palma y poniendo tierra entre las capas. Este tratamiento confiere a la tubería una vida útil probable de unos 3 a 4 años; hay tuberías que duran hasta 5 ó 6 años. El deterioro y las fallas generalmente se registran en las uniones naturales, que son las partes más débiles.

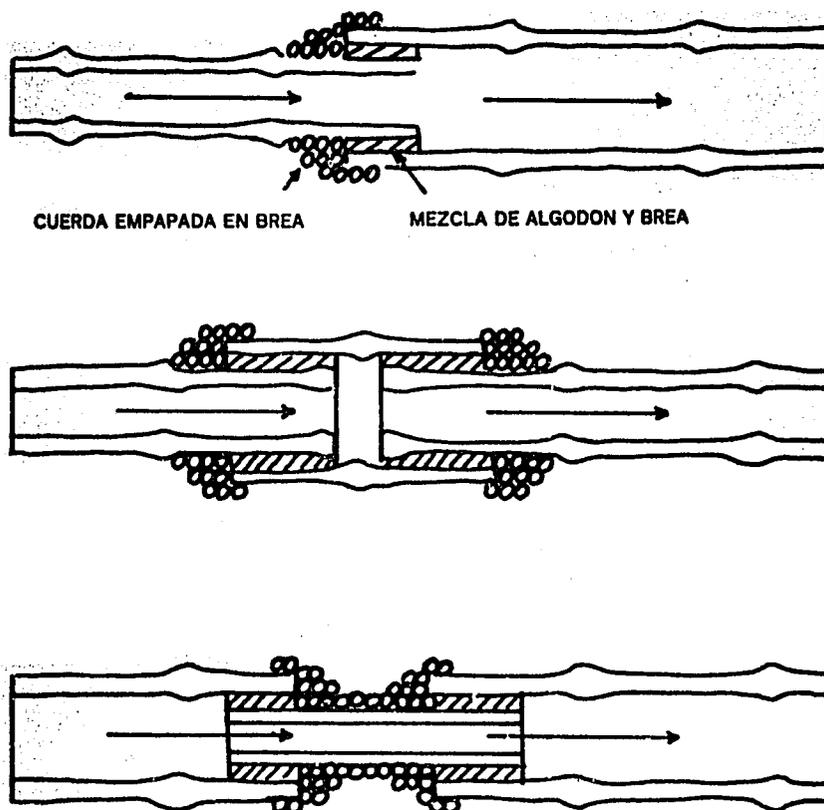
En aquellos sitios de la tubería que quedan abajo del suministro de agua y donde la profundidad es tal que la presión máxima será sobrepasada, se deberán instalar cámaras de descompresión. En la Figura 4 se muestra una cámara típica. También se instalan estas cámaras como depósitos para líneas de abastecimiento que se ramifican para abastecer las aldeas que quedan a su paso.

En la Figura 1 se muestra un boceto, a manera de diagrama, de un sistema de entubado para abastecimiento de agua en varias aldeas. Se pueden determinar los tamaños requeridos para la tubería de bambú consultando el nomograma de capacidades de tubos en la Figura 5. En la figura 6 se encontrará el diseño de una fuente pública hecha de bambú.

Fuente de información:

“Water Supply Using Bamboo Pipe”, Artículo Núm. 3 de la Serie AID-UNC/IPSED, Programa Internacional de Ingeniería de Diseño Sanitario, Universidad de Carolina del Norte, 1966.

FIGURA 3



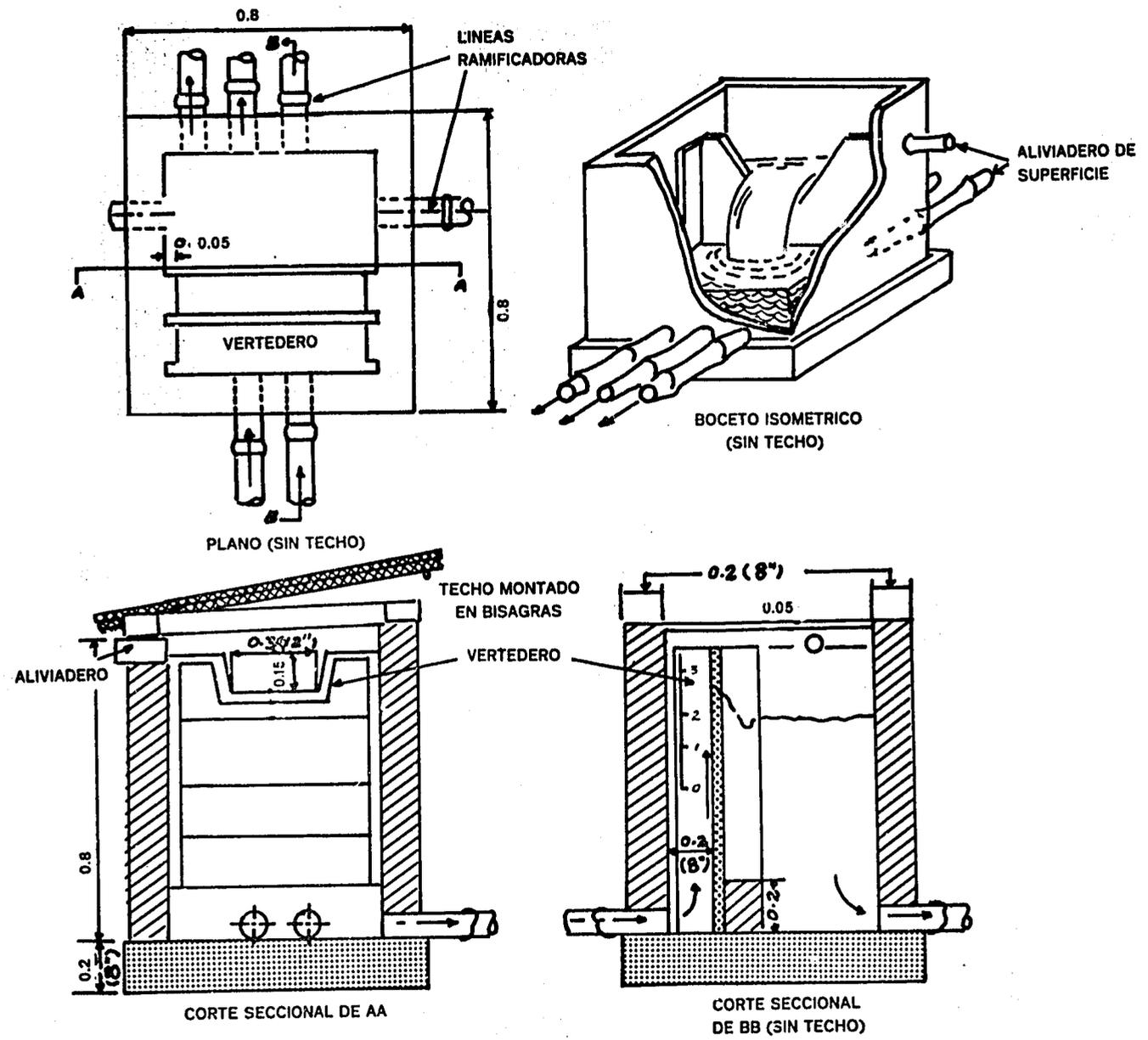
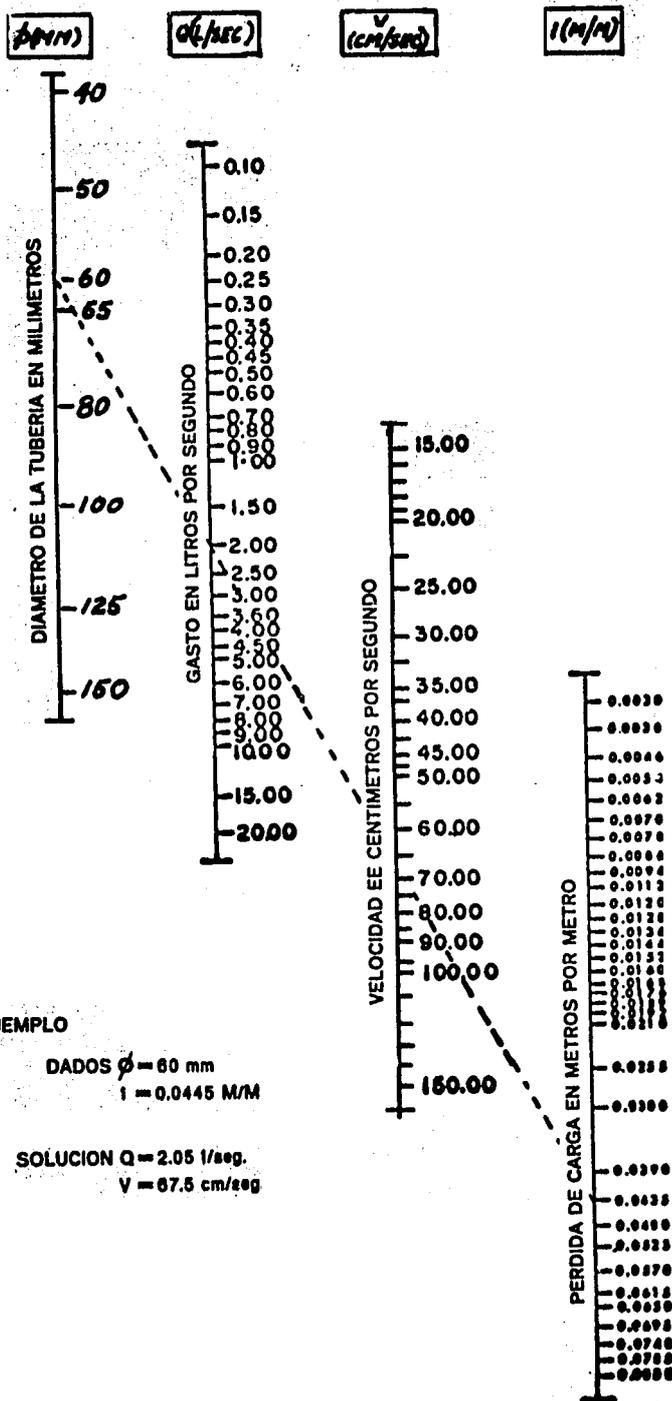


FIGURA 4

MEDIDAS EN METROS

FIGURA 5
 NOMOGRAMA DE CORRIENTE EN TUBERIA DE BAMBU



EJEMPLO

DADOS $\phi = 60 \text{ mm}$
 $i = 0.0445 \text{ M/M}$

SOLUCION $Q = 2.05 \text{ l/seg.}$
 $V = 67.5 \text{ cm/seg}$

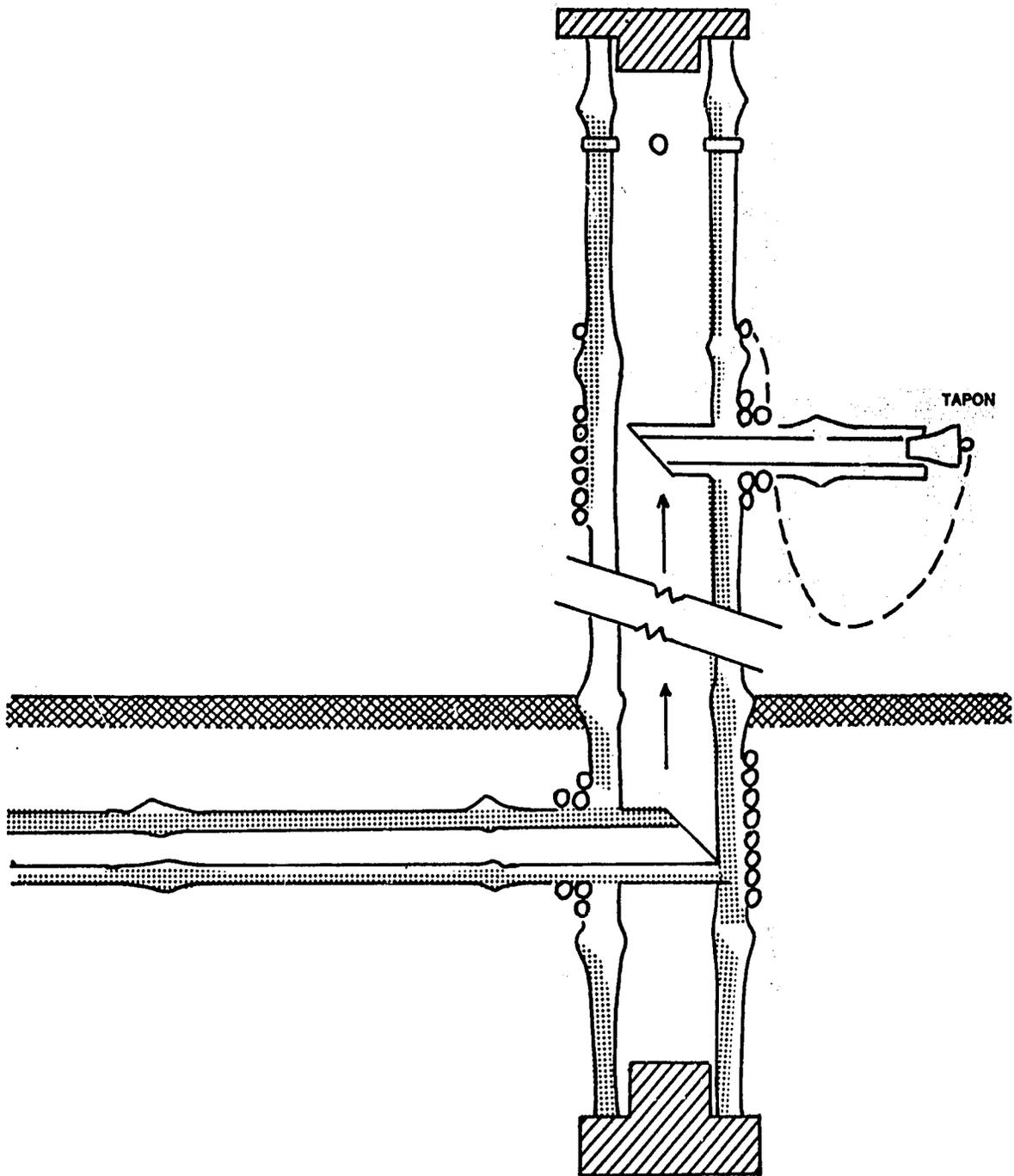


FIGURA 6 FUENTE PUBLICA

NORIA PARA RIEGO

La noria, que puede ser accionada por hombres o animales, es en principio una bomba para pozo de poca profundidad con objeto de sacar agua para riego (véase la Figura 1). Da resultados óptimos cuando el recorrido ascendente del agua es de menos de 6 metros. La fuente del agua debe tener una profundidad de unos 5 eslabones de cadena.

Tanto el alcance de la bomba como los requisitos de potencia para cualquier elevación son proporcionales al cuadrado del diámetro del tubo. La Figura 2 muestra los resultados que deben esperarse de una tubería de 10 cm. de diámetro accionada por cuatro hombres que trabajan en dos turnos.

La bomba se destina a las labores de riego porque es difícil sellarla para utilizarla como bomba sanitaria.

Herramientas y materiales

Equipo para soldar o broncear

Equipo para cortar metales

Herramientas para madera

Tubo de 10 cm. de diámetro exterior, de la longitud requerida.

Tubo de 5 cm. de diámetro exterior, de la longitud requerida.

Cadena de eslabones de unos 8 mm. de diámetro, de la longitud necesaria.

Lámina de acero, de 3 mm. de espesor.

Lámina de acero, de 6 mm. de espesor.

Barra de acero, de 8 mm. de diámetro.

Barra de acero, de 13 mm. de diámetro.

Cuero o goma para las arandelas.

En la figura 3 se muestra la noria completa. Los pormenores de esta bomba se pueden cambiar para que se adapten a los materiales de que se dispone y a la estructura del pozo.

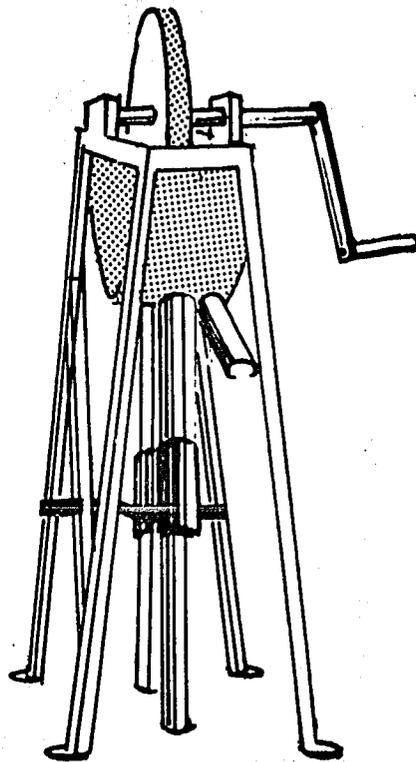


FIGURA 1

Los enlaces del émbolo (véanse las Figuras 4, 5, 6 y 7) se componen de tres partes:

1. una arandela de cuero o goma (véase la Figura 4) con un diámetro exterior de más o menos el doble del espesor de una arandela mayor que el diámetro de la tubería.
2. un disco de émbolo (véase la Figura 5)
3. una placa de retención (véase la Figura 6).

El enlace del émbolo se hace según lo indica la Figura 7. Centre las tres partes, sujételas empalmadas temporalmente, taladre un hoyo de unos 6 mm. de diámetro que atraviese las tres piezas y afiánzalas con un perno o remache.

El cabrestante se construye según lo ilustra la Figura 3. Se sueldan dos discos de acero de 6 mm de espesor al tubo del eje.

FIGURA 2

ELEVACION	CANTIDAD
6 METROS	11 METROS CUBICOS/HORA
3 METROS	20 METROS CUBICOS/HORA
1.5 A 2 METROS	25 - 30 METROS CUBICOS/HORA

Doce varillas de acero de 13 mm. de espesor se colocan a distancias iguales en el diámetro exterior o cerca de él y se sueldan en su sitio. Si se desea, las varillas se pueden colocar en la parte exterior de los discos.

En seguida se suelda o afianza con pernos al eje del cabrestante una manivela con mango de madera o metal.

A los soportes para el eje del cabrestante (véase la Figura 3) se les pueden tallar muestras en forma de V para que sostengan el eje, el cual se irá asentando gradualmente en su propia ranura. Se puede añadir una correa o un zoquete a lo largo del borde superior, si es preciso, para sujetar el eje en su sitio.

El tubo se puede sujetar por medio de rosca, o soldando un reborde a un extremo superior (véase la Figura 8). El reborde debe tener de 8 a 10 mm. de espesor. El tubo atraviesa un agujero en el fondo de la artesa y cuelga de la misma hacia el interior del pozo.

Fuentes de información:

Robert G. Young, voluntario de VITA, New Holland, Pennsylvania. **Water Lifting Devices for Irrigation**, por Aldert Molenaar, Roma: Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas, 1956.

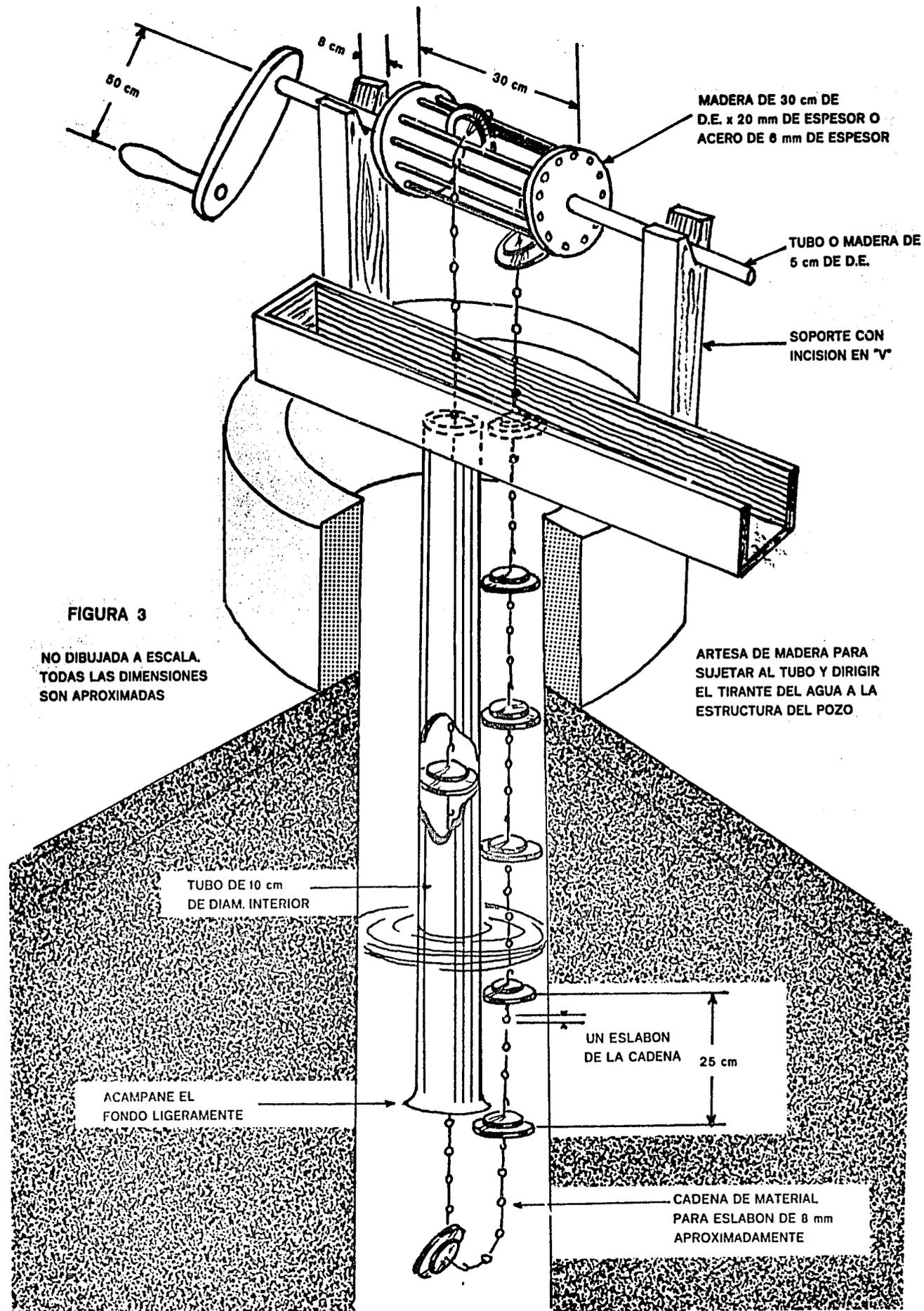
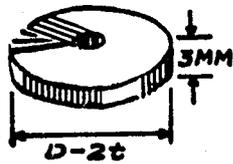


FIGURA 4
ARANDELA DE CUERO



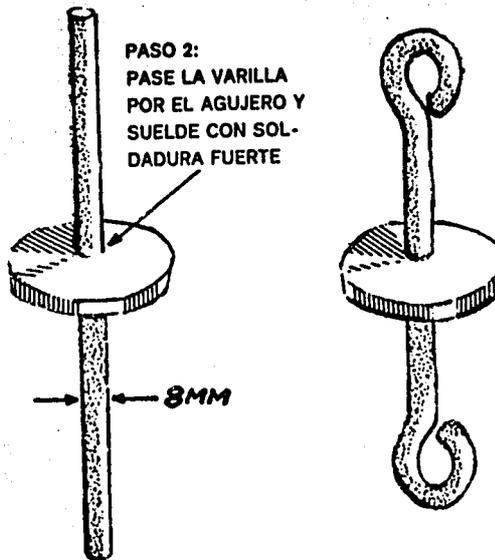
FIGURA 5

PASO 1:
CORTESE EL DISCO CIRCULAR Y
TALADRESE UN HOYO
EN EL CENTRO



EL DIAMETRO DEL TUBO MENOS
DOS VECES EL ESPESOR DE LA
ARANDELA DE CUERO

PASO 2:
PASE LA VARILLA
POR EL AGUJERO Y
SUELDE CON SOL-
DADURA FUERTE



PASO 3:
DOBLE LOS EXTREMOS DE
LA VARILLA PARA ENGAN-
CHAR CON LA CADENA

FIGURA 6
PLACA DE RETENCION

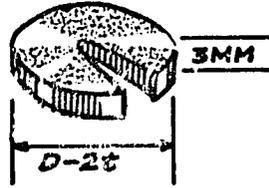


FIGURA 7
ENLACE DEL EMBOLO

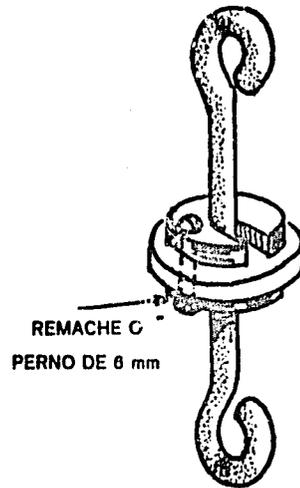
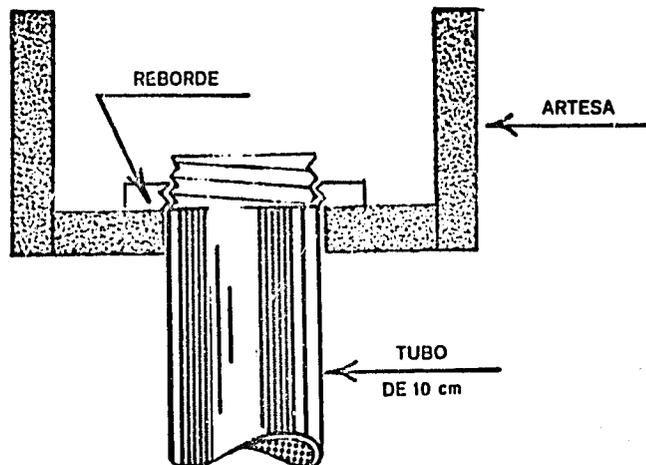


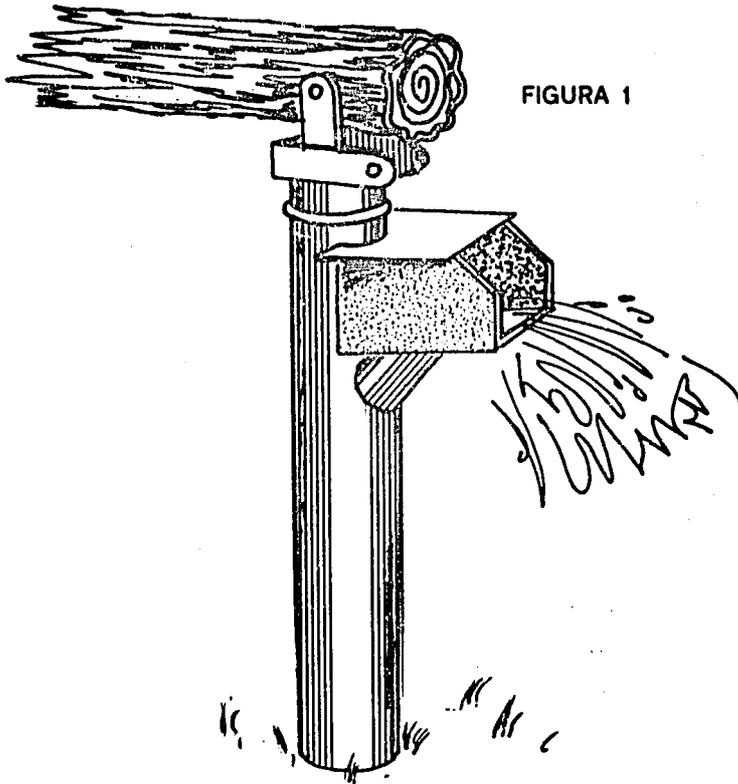
FIGURA 8 SOPORTE DEL TUBO



BOMBA DE INERCIA MANUAL

La bomba de inercia manual aquí descrita es un mecanismo de gran rendimiento para elevar el agua a distancias cortas. Eleva el agua 4 metros a un promedio de 75 a 114 litros por minuto. Eleva el agua 1 metro a un promedio de 227 a 284 litros por minuto. El rendimiento depende del número de personas que se encuentren bombeando y de la fuerza de cada una.

Un hojalatero puede construir la bomba con facilidad. Sus tres partes movibles casi no requieren mantenimiento. La bomba ha sido construida en tres tamaños diferentes para niveles de agua distintos.



La bomba se hace de láminas de metal galvanizado de la clase más gruesa que se pueda obtener y la cual pueda ser trabajada fácilmente por un hojalatero (se han utilizado con éxito láminas en calibres del 24 al 28). Se fabrica el tubo y se hace a prueba de aire soldando todas las uniones y empalmes. La válvula se hace del metal de toneles inservibles y de un trozo de caucho de tubo neumático de camión. La abrazadera para fijar el mango también se hace de metal de toneles.

Herramientas

Equipo para soldar
Taladro y brocas o punzón
Martillo
Sierras
Recortes de lámina
Yunque (riel de ferrocarril o tubo de hierro)

Materiales para bomba de 1 metro

Hierro galvanizado, (calibre 24 a 28) :

Protector de 61 cm. x 32 cm., 1 unidad

Cubierta del protector de 21 cm. x 22 cm. 1 unidad.

Tubo de 140 cm. x 49 cm., 1 unidad.

Extremo del tubo: de 15 cm. x 15 cm., 1 unidad.

Tubo en Y: de 49 cm. x 30 cm., 1 unidad.

Metal de barril:

Abrazadera: de 15 cm. x 45 cm., 1 unidad.

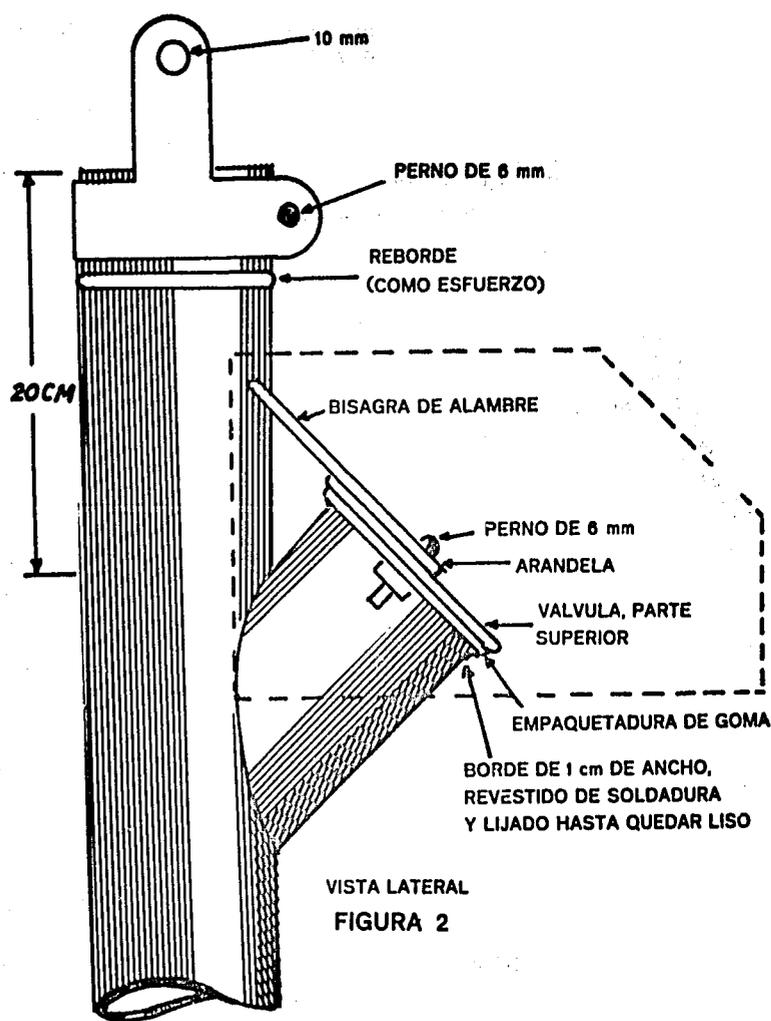
Válvula, base: de 12 cm. de diámetro, 1 unidad.

Válvula, tope: de 18 cm. de diámetro, 1 unidad.

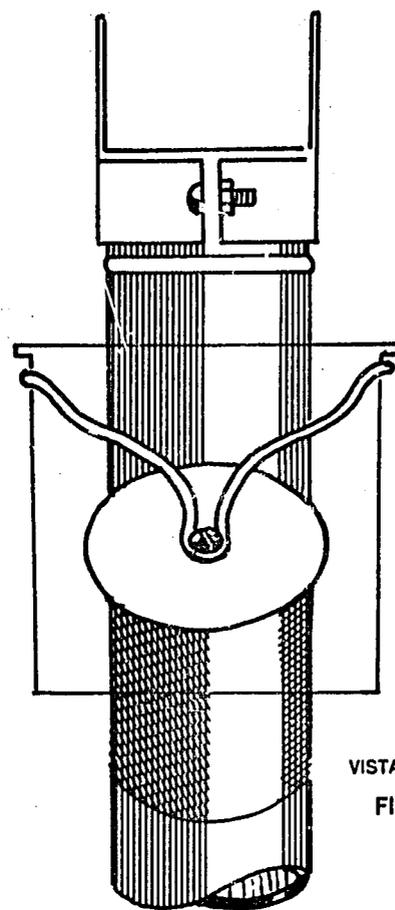
Alambre:

Bisagra: de 4 mm. de diámetro, y 32 cm. de largo.

Esta bomba también puede hacerse de tubo de plástico o de bambú.



VISTA LATERAL
FIGURA 2



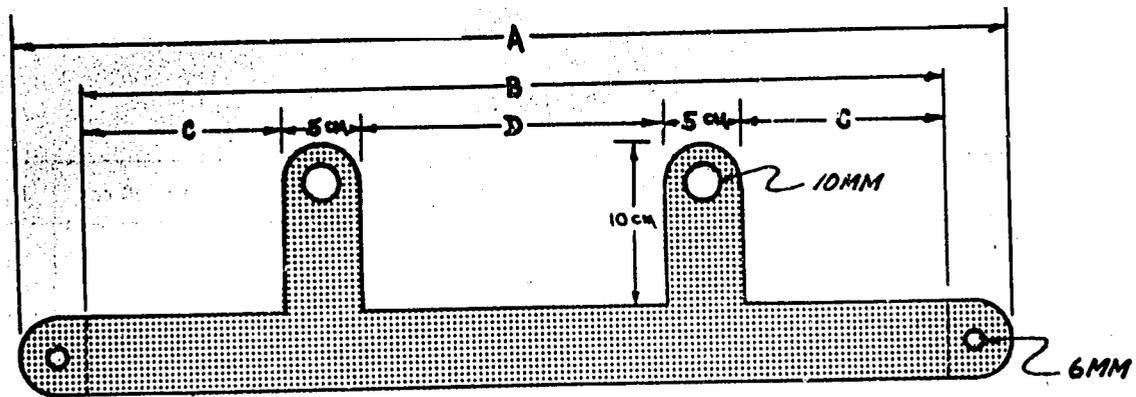
VISTA DE FRENTE
FIGURA 3

Hay que recordar dos puntos en relación con esta bomba. Uno es que la distancia desde la parte superior del tubo hasta la parte superior del agujero donde se conecta la sección corta del tubo debe ser de 20 cm. Véase la Figura 2. El aire que queda en el tubo arriba de esta unión sirve de amortiguador de aire (para evitar el "martillo") y regula el número de golpes de la bomba por minuto. El segundo punto que hay que recordar es que debe accionarse la bomba con golpes cortos de 15 a 20 cm., y una velocidad aproximada de 80 golpes por minuto. Hay una velocidad bien definida a la cual la bomba tra-

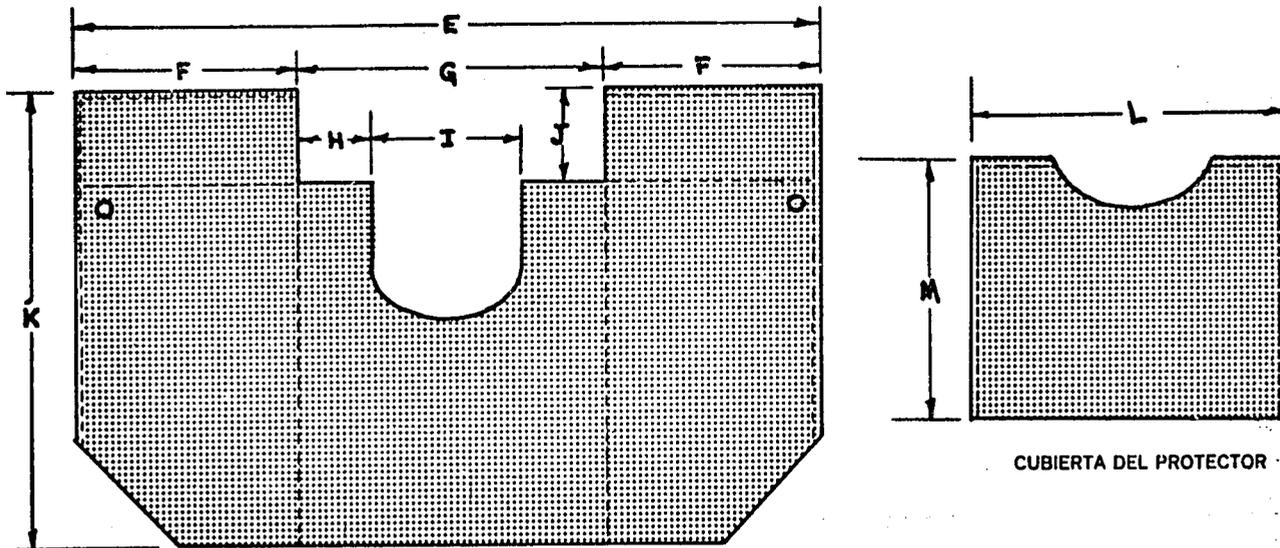
baja mejor, y el operador pronto aprenderá a "sentir" cuál es ésta en su propia bomba.

Cuando se construyen las dos bombas de mayor tamaño, es necesario algunas veces reforzar el tubo para evitar que se aplaste, lo cual sucede si golpea el lado del pozo. Se puede reforzar formando rebordes cada 30 cm., aproximadamente, abajo de la válvula o poniendo bandas hechas de metal de barril y fijadas con pernos de 6 mm.

El mango se sujeta a la bomba y al poste con un perno de 10 mm. de diámetro, o un clavo grande o una varilla del mismo tamaño.

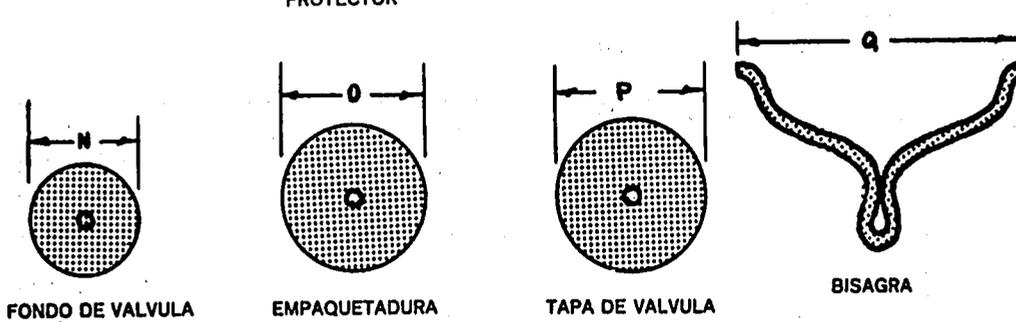


ABRAZADERA PARA EL MANGO



PROTECTOR

CUBIERTA DEL PROTECTOR

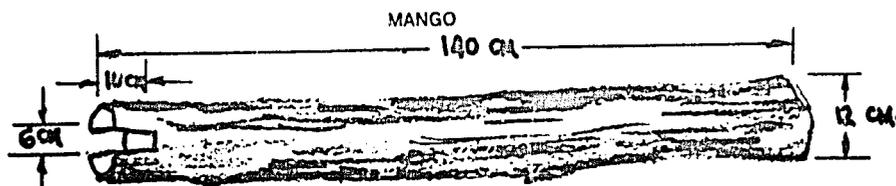
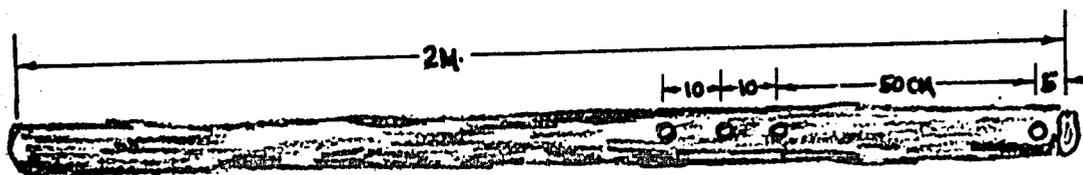


FONDO DE VALVULA

EMPAQUETADURA

TAPA DE VALVULA

BISAGRA



POSTE

FIGURA 4

FIGURA 5

PARTE	MATERIAL	TUBO 8 cm	TUBO 10 cm	TUBO 15 cm
ABRAZADERA PARA EL MANGO	METAL DE BARRIL			
A		34 cm	40 cm	54 cm
B		24	30	44
C		3-1/2	5	8-1/2
D		7	10	17
PROTECTOR	HOJALATA GALVANIZADA			
E		43	49	61
F		14	18	20
G		14	18	20
H		3	3	2-1/2
I		8	10	15
J		4	4	4
K		30	30	32
CUBIERTA DEL PROTECTOR	HOJALATA GALVANIZADA			
L	METAL DE BARRIL	15	17	21
M	GOMA DE CAMARA DE NEUMATICO	20	20	22
N	METAL DE BARRIL	6	8	12
O	ALAMBRE (4 mm)	11	13	18
P		11	13	18
Q		16	18	22
MANGO	PALO DE MADERA			
POSTE	POSTE DE MADERA			

FIGURA 6

Diámetro del tubo	Longitud del tubo	Altura de la aspiración	Litros por minuto a 1830 metros de altura
8 cm	450 cm	2 a 4 metros	75 a 114
10 cm	270 cm	1 a 2 metros	114 a 152
15 cm	140 cm	1 metro	227 a 284

La Figura 5 proporciona las dimensiones de las partes que integran bombas de tres tamaños diferentes. La Figura 6 indica la capacidad de bombeo que tiene cada uno de estos tamaños.

Fuente de información:

Dale Fritz, Voluntario de VITA, Washington, D. C.

MECANISMO DEL MANGO PARA BOMBAS DE MANO

Las partes que más se desgastan en este durable mecanismo del mango de la bomba de mano son de madera (véase la Figura 1). Las puede reemplazar fácilmente el carpintero de la comunidad. Este mango ha sido diseñado para substituir los mecanismos de bombas de mano cuya conservación sea difícil. Algunos han prestado servicio durante años en la India, con sólo reparaciones sencillas y espacia-

das. El mecanismo de la Figura 1 se sujeta, con pernos, al borde superior de la bomba. Los agujeros de montaje A y C en el bloque se espacian convenientemente para ajustarse a la bomba de que se disponga (véase la Figura 6). La Figura 2 muestra una bomba a la que ya se ha fijado este mecanismo de mango y que fabrica actualmente F. Humain and Bros., 28 Strand Road, Calcutta, India.

Herramientas y materiales

Sierra

Taladro

Brocas

Macho de tarraja: de 12.5 mm.

Macho de tarraja: de 10 mm.

Escoplo

Cuchilla desbastadora de dos mangos, rebajador de rayos o torno.

Madera dura: de 85 cm. x 7 cm. x 7 cm.

Varilla de acero dulce: de 19 mm. de diámetro y 47 cm. de largo.

Tiras de hierro, 2 piezas: 27 cm. x 38 mm. x 6 mm.

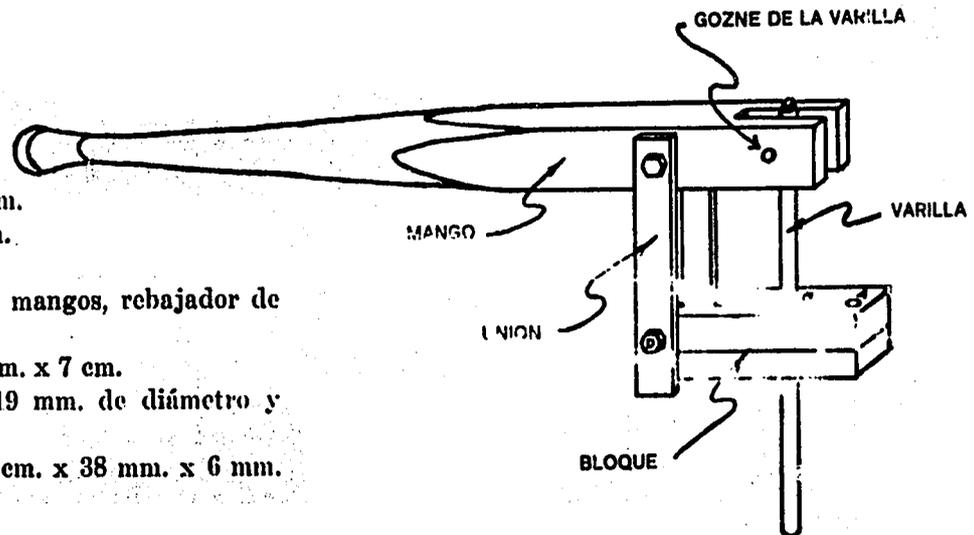


FIGURA 1

FERRETERIA

Pernos necesarios	Diám. mm.	Largo mm.	Tuercas necesarias	Arandelas de seguridad	Arandelas sencillas	Objeto Sujeto
1	10	38	0	0	0	Perno de 76 mm. a la varilla
1	10	76	0	0	2	La varilla al mango
2	12.5	89	2	4	4	La unión al mango
2	12.5	?	2	2	2	La unión al bloque
2	12.5	?	2	2	2	El bloque a la bomba
1	12.5	?	1	1	0	La varilla al pistón



FIGURA 2

El mango. Haga el mango de madera dura, recia, y déle forma en un torno o rebajándolo a mano. La ranura debe cortarse de modo que quepa bien la varilla con dos arandelas sencillas en cada lado. Véase la Figura 3.

La varilla. La varilla se hace de acero dulce, como lo indica la Figura 4. Un perno para metales, de 10 mm. de diámetro y 38 mm. de largo se atornilla en el extremo de la varilla para fijar en su lugar la clavija del gozne de la varilla. La clavija del gozne de la varilla es un perno para metales de 10 mm. de diámetro que conecta la varilla al mango (véase la Figura 1). El pistón puede fijarse directamente al extremo de la varilla con un perno de 12.5 mm. Si el cilindro de la bomba queda demasiado abajo, deberá usarse una varilla de 12.5 mm. con rosea en vez de un perno.

Las uniones. Son dos tiras planas de acero. Sujétense ambas juntas para taladrarlas con objeto de que el espacio entre los agujeros sea igual. Véase la Figura 5.

El bloque. El bloque forma la base del mecanismo de palanca, sirve como agujero lubricado de gúfa para la varilla y proporciona un medio para fijar el mecanismo al barril de la bomba. Si el bloque se hace precisamente de madera dura, resistente, curada y sin nudos, el mecanismo funcionará bien durante muchos años. Córtese con todo cuidado el bloque para que mida exactamente 23 cm. x 7 cm. x 7 cm.

A continuación se perforan los agujeros A, B, C y D en relación perpendicular al bloque según muestra en la Figura 6. El espacio entre los agujeros de montaje A y C con relación al agujero B se determina de acuerdo con la distancia entre los

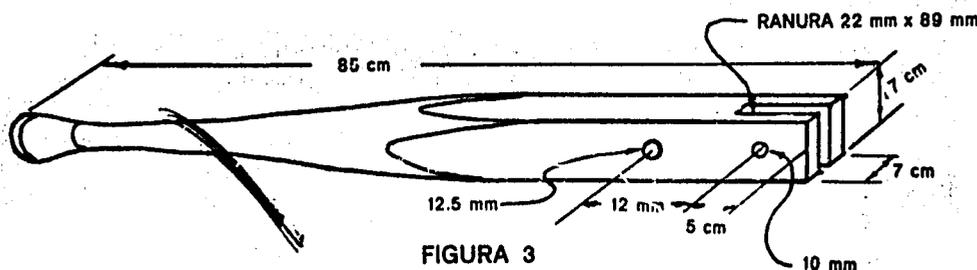


FIGURA 3
MANGO

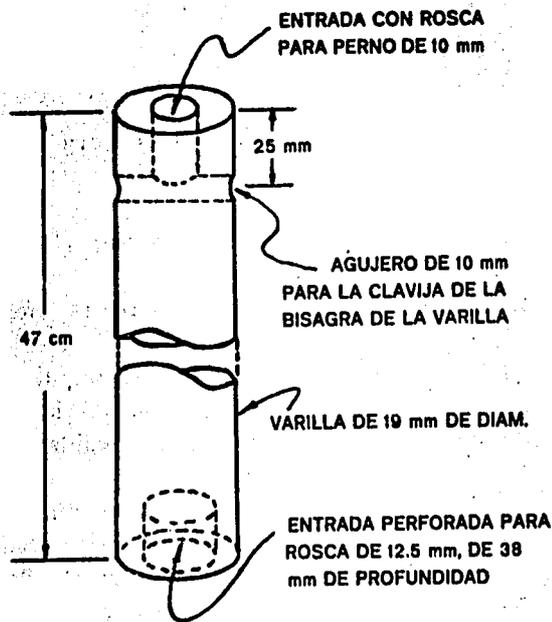


FIGURA 4
VARILLA

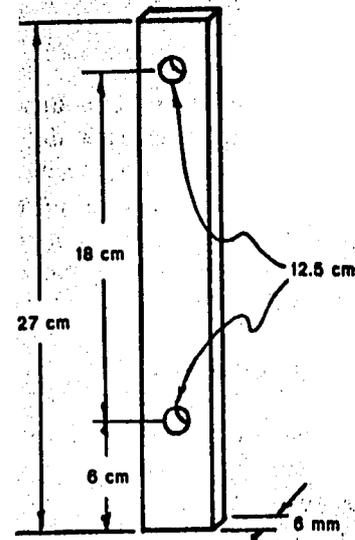


FIGURA 5
UNION

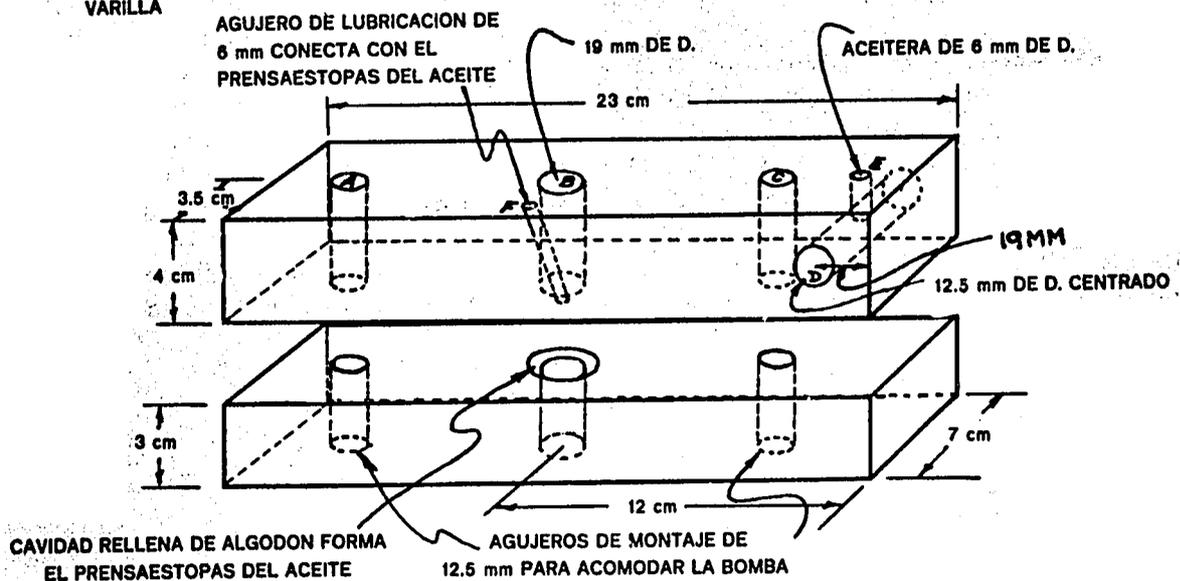


FIGURA 6
BLOQUE

agujeros de los pernos en el borde del barril de la bomba en cuestión. A continuación, se corta el bloque por la mitad con una sierra en un plano de 4 cm. a partir de la parte superior. Agrándese con un escoplo el agujero B de la parte superior de la sección inferior con objeto de formar una copa de lubricación en torno a la varilla. Dicha copa se rellena con algodón. Se perfora el agujero F, de 6 mm. oblicuamente respecto a la copa de lubricación hasta la superficie del bloque. Un segundo agujero, E, que servirá de conducto lubricante, se perfora en

la sección superior hasta llegar al agujero D. Usense arandelas de seguridad en la cabeza y en la tuerca de los pernos de la unión para afianzarlas firmemente a las piezas de ésta. Usense arandelas sencillas entre las partes de la unión y la parte de madera.

Fuente:

A Pump Designed for Village Use, por el Dr. Edwin Abbott, Comité del Servicio de Amigos Americanos, Philadelphia, Pennsylvania, 1955.

EL EMPLEO DEL ARIETE HIDRAULICO

El ariete hidráulico es una bomba autoimpulsada que se vale de la energía del agua que cae para elevar una parte de ésta hasta un nivel encima de la fuente principal. Este párrafo explica el uso de los arietes hidráulicos comerciales, los cuales se pueden encontrar en algunos países. (Véase el Manual de VITA)

Herramientas y materiales

Ariete hidráulico comercial

Tubería de acero y accesorios

Llaves para tubos

Materiales para construir una represa o un depósito pequeños.

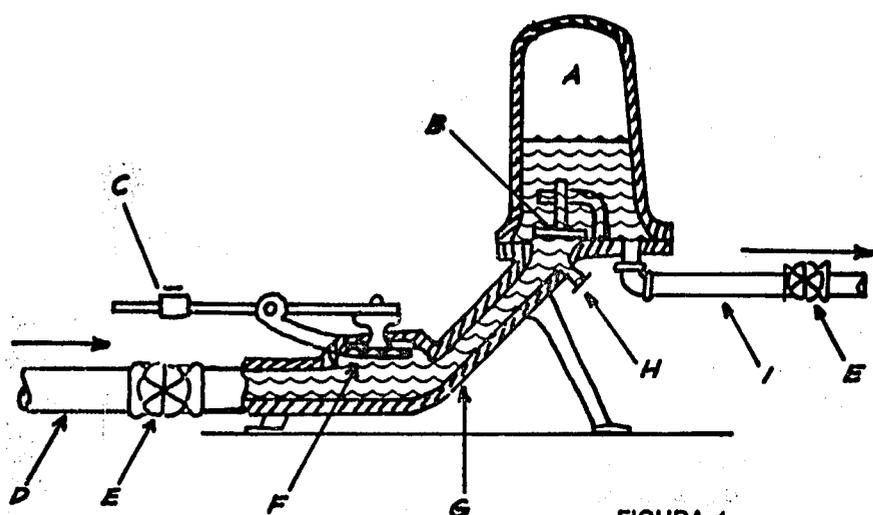
El uso del ariete hidráulico

Se puede usar un ariete hidráulico dondequiera que haya un manantial o arroyo cuya corriente tenga una caída de por lo menos un metro. La fuente debe tener una corriente de, por lo menos 11 litros por minuto. El agua puede ser elevada unos 7.5 metros por cada 30 cm. de caída de la corriente. Puede ser transportada hasta una altura de 150 metros, pero una altura más común es la de 45 metros.

El ciclo de bombeo (véase la Figura 1) es como sigue:

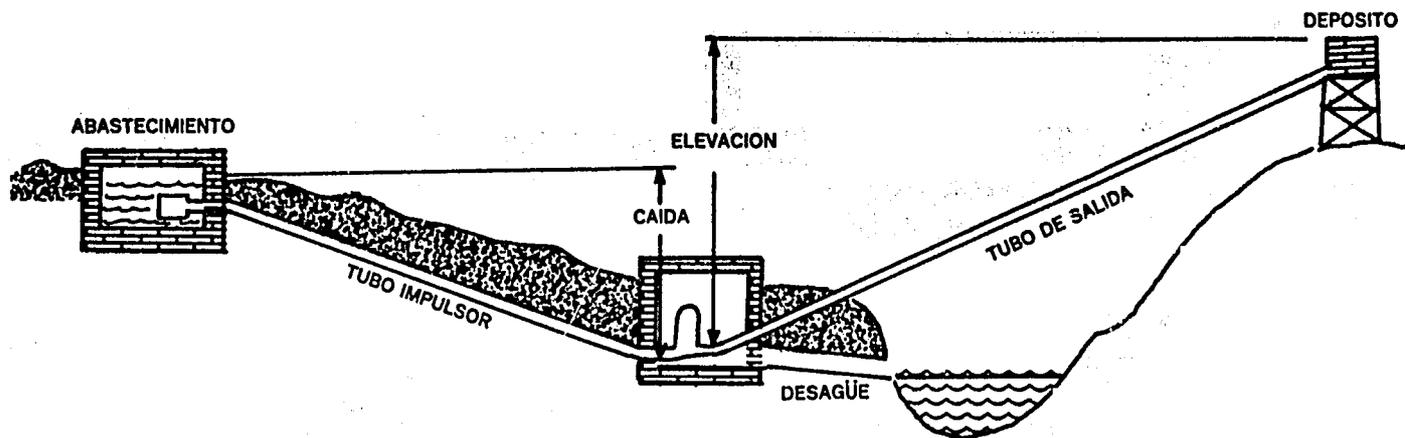
1. El agua fluye por el tubo impulsor (D) y pasa por la válvula exterior (F).
2. La inercia del agua en movimiento cierra la válvula (F).
3. El impulso del agua en el tubo impulsor (D) arroja algo de agua al interior de la cámara de aire (A) y de ahí al tubo de salida (I).
4. La corriente se detiene.
5. La válvula de retención (B) se cierra.
6. Se abre la válvula exterior (F) para comenzar el ciclo siguiente. Este ciclo se repite de 25 a 100 veces por minuto; la frecuencia se gradúa moviendo el contrapeso regulador (C).

El tubo impulsor debe tener de cinco a diez veces la longitud de la caída (véase la Figura 2). Si la distancia de la fuente del agua al ariete es mayor que diez veces la longitud de la caída,

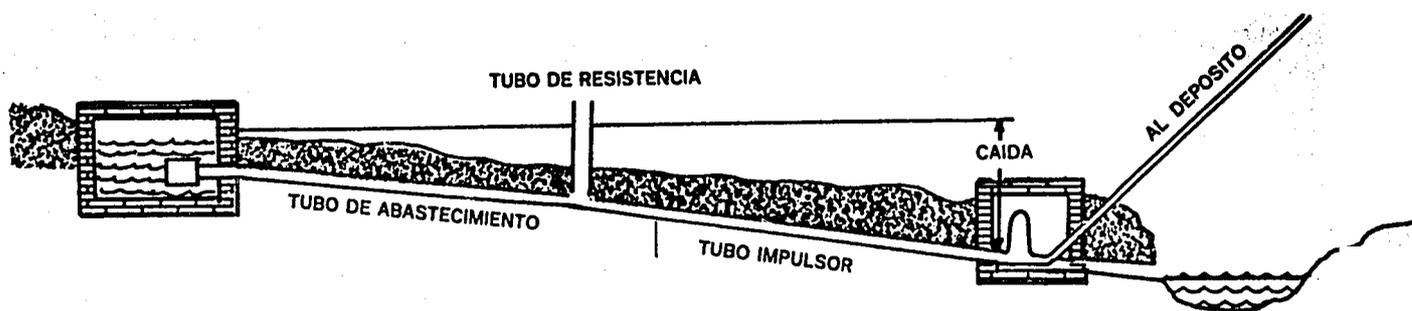


- A. Cámara de aire
- B. Válvula de retención
- C. Contrapeso regulador
- D. Tubo impulsor
- E. Válvula de compuerta
- F. Válvula exterior
- G. Base de hierro fundido
- H. Válvula de toma de aire
- I. Tubo de salida

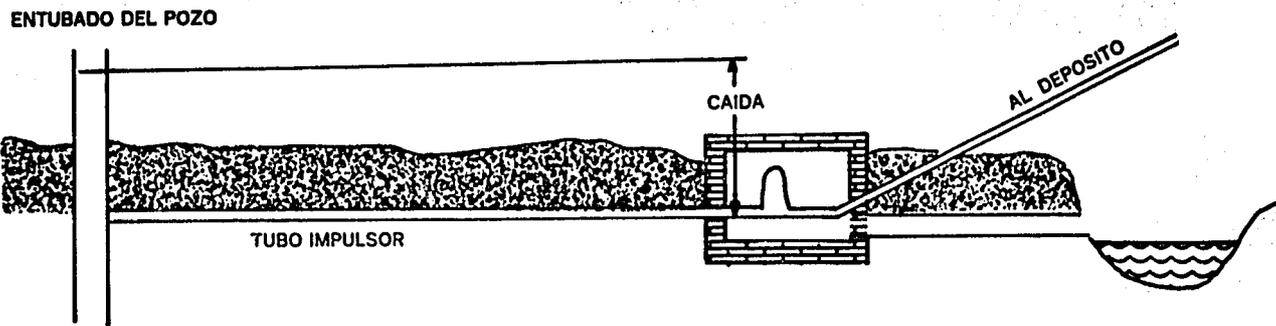
FIGURA 1



A. - POSICION COMUN DEL TUBO IMPULSOR, DEL ARIETE Y DEL DEPOSITO



B. - DISPOSICION DEL TUBO IMPULSOR CUANDO LA FUENTE QUEDA LEJOS



C. - POZO ARTESIANO HACIENDO FUNCIONAR UN ARIETE

FIGURA 2

del orden de los 150 dólares sin incluir gastos de tubería ni instalación. Aunque podría parecer elevado el precio, debe recordarse que en adelante no habrá desembolso para la fuerza motriz del ariete, y éstos funcionan durante 30 años o más. En climas extremos se debe aislar el ariete de las temperaturas bajo cero.

Un ariete de doble acción puede utilizar una provisión de agua impura para bombear las dos terceras partes del agua pura de un manantial u otra fuente similar. La tercera parte del agua pura se mezcla con el agua impura. Se debe consultar a un distribuidor sobre esta aplicación especial.

Para calcular el régimen de bombeo aproximado, úsese la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad (litros por hora)} = \frac{V \times F \times 40}{E}$$

V = litros por minuto del suministro

F = caída en metros

E = altura, en metros a la que se ha de elevar el agua.

Datos necesarios para ordenar un ariete hidráulico

1. Cantidad de agua disponible en la fuente de abastecimiento en litros por minuto
2. Caída vertical en metros de la fuente al ariete
3. Altura a que debe elevarse el agua por encima del ariete
4. Cantidad de agua requerida al día
5. Distancia de la fuente de abastecimiento al ariete
6. Distancia del ariete al depósito

Fuentes:

Loren G. Sadler, Oficina de VITA de Nueva Holanda, Pennsylvania.

Rife Hydraulic Engine Manufacturing Company, Box 367, Millburn, New Jersey, U.S.A.

The Hydraulic Ram, por W. H. Sheldon, Extensión Bulletin 171, julio de 1943, Universidad Estatal de Agricultura y Ciencia Aplicada del Estado de Michigan.

"Country Workshop", **Australian Country**, septiembre de 1961, págs. 32-33.

"Hydraulic Ram Forces Water to Pump Itself", **Popular Science**, Octubre de 1948, págs. 231-233.

"Hydraulic Ram", **The Home Craftsman**, marzo-abril de 1963, págs. 20-22.

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

FIGURA 2

PULGADAS A CENTIMETROS (1 pulgada = 2.539977 cm)

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	2.362	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	23.612	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

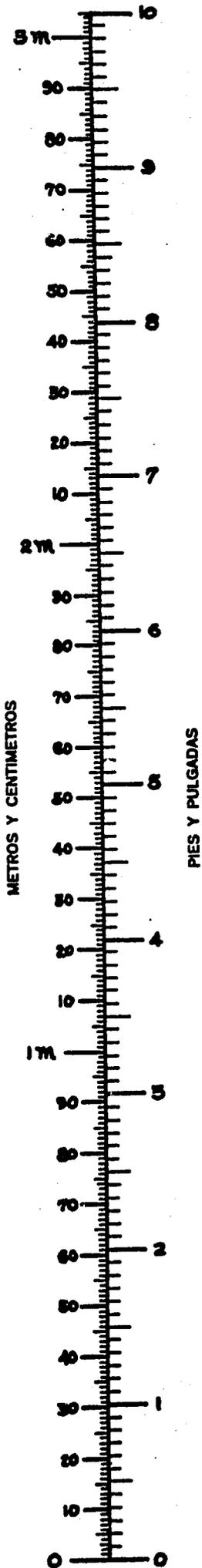


FIGURA 3

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

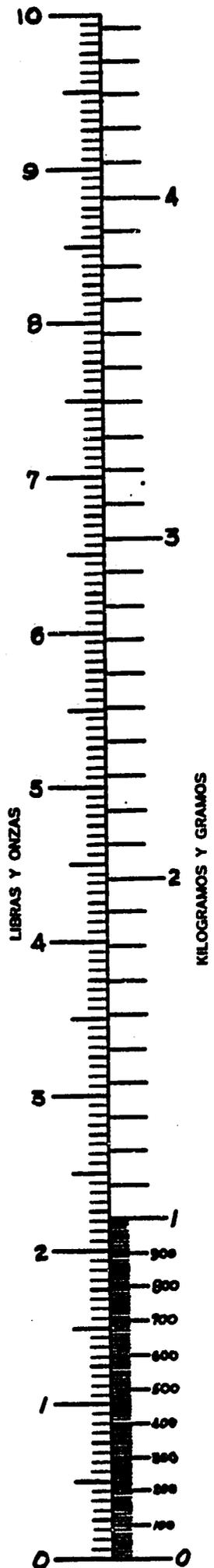
FIGURA 4 KILOGRAMOS A LIBRAS
(1 kg = 2.20463 libras)

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	4.082
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	36.287	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

FIGURA 5



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:

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

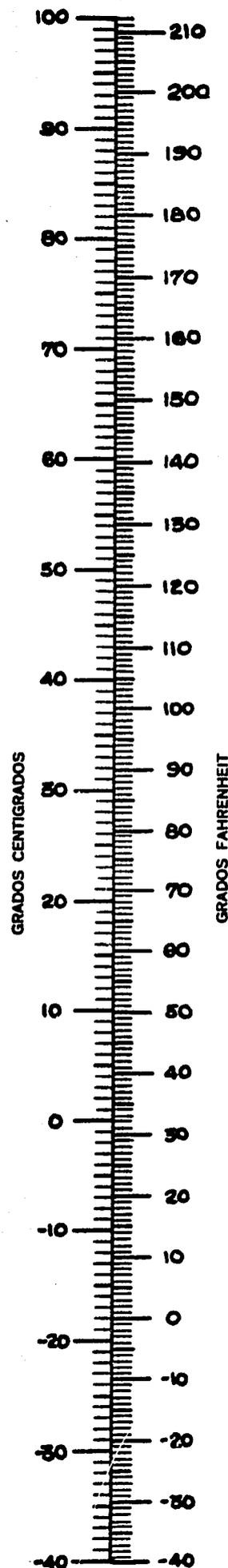
Ejemplo:

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

$$\begin{aligned} 72^\circ\text{F} &= \frac{5}{9} (\text{grados F} - 32) \\ 72^\circ\text{F} &= \frac{5}{9} (72 - 32) \\ 72^\circ\text{F} &= \frac{5}{9} (40) \\ 72^\circ\text{F} &= 22.2^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

FIGURA



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.A.
1.0 Litro	= 1000 Centímetros cúbicos	= 0.2642 Galones E.U.A.

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 (kw)
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