

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.3: Almacenamiento de agua y fuerza hidraulica

3. AUTHOR(S)

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

4. DOCUMENT DATE

1970

5. NUMBER OF PAGES

~~32~~ 33 p.

6. ARC NUMBER

ARC

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

VITA

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

(In English and Spanish; English, 31p.: PN-AAE-657)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER

PN-AAF-204

12. DESCRIPTORS

Hydroelectric power
Water storage
Intermediate technology

11. PRICE OF DOCUMENT

13. PROJECT NUMBER

14. CONTRACT NUMBER

CSD-2795 GTS

15. TYPE OF DOCUMENT

CSD-2795 GTS
VITA PN-AAF-204

MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD

por los

VOLUNTARIOS PARA LA ASISTENCIA TECNICA INTERNACIONAL

I. RECURSOS HIDRAULICOS

C. Almacenamiento de Agua y Fuerza Hidraulica



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

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	3
A. <u>Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos</u>	3
Cómo obtener Agua subterránea de Pozos y Manantiales.....	11
Pozos entubados.....	42
Perforación de pozos en seco con cubo extractor.....	43
Hinca de pozos.....	46
Pozos Excavados.....	54
B. <u>Elevación y Transporte del Agua</u>	54
Transporte del Agua.....	54
Elevación del Agua.....	55
Bombas.....	97
C. <u>Almacenamiento de Agua y Fuerza Hidráulica</u>	97
Aprovechamiento de Manantiales.....	98
Cisternas.....	103
Elección del Sitio para una Presa.....	105
Transmisión de Energía por medio de un Alambre Oscilante.....	111
D. <u>Purificación del Agua</u>	113
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	133
A. Letrinas Sanitarias.....	159
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 bambu.....	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 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.

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 zanzar 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 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 TECNOLOGÍA 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:

Almacenamiento de agua y fuerza hidráulica

APROVECHAMIENTO DE MANANTIALES

Los manantiales, particularmente los que se encuentran en suelo arenoso, a menudo constituyen una fuente excelente de agua, pero se les debe hacer más profundos, sellar, proteger por medio de un cercado y entubar para llevar el agua al hogar. Si hay yacimientos de roca agrietada o de piedra caliza, consulte a un experto.

Herramientas y materiales

Herramientas de mano para excavar

Hormigón reforzado

Mamparas

Tubos

El mejoramiento adecuado de un manantial aumentará la corriente del agua del subsuelo y reducirá el riesgo de contaminación por el agua superficial.

Por lo general, los manantiales son de dos tipos:

1. **De Filtración por Gravedad**, en los cuales el suelo acuífero llega a la superficie por encima de una capa impermeable, o
2. **A presión o artesianos**, en cuyo caso, el agua, bajo presión y encerrada en una capa dura de tierra, encuentra una abertura y sube a la superficie. (En algunos lugares se llama a todos los manantiales **artesianos**.)

Excave un agujero pequeño cerca del manantial para conocer la profundidad de la capa de tierra dura y averiguar si el manantial es de filtración por gravedad o presión. Investigue cuesta arriba y en los alrededores si hay fuentes de contaminación. Analice el agua para ver si se tiene que purificar antes de usarla para el consumo en el hogar. Una sugerencia final: Investigue si el pozo se llega a secar durante temporadas largas de sequía.

Usualmente se excava hasta llegar a la parte dura, subyacente, y entonces se hace un depósito con paredes de hormigón impermeable en todos los lados, exceptuando el colina arriba (véanse las Figuras 1 y 2). La abertura en el lado de la colina

se debe revestir con hormigón o con piedra sin mortero, para que permita la entrada al agua de filtración por gravedad. Se puede volver a llenar con grava y arena, las cuales ayudan a evitar que las partículas finas que se encuentran en la tierra acuífera entren al manantial. Si no se puede llegar fácilmente a la parte dura del subsuelo, se construye una cisterna de hormigón, la cual se podrá alimentar por medio de un tubo perforado que se coloca en el manto de tierra acuífera. Cuando el manantial ha sido creado por presión, todos los lados del tanque se hacen de hormigón reforzado e impermeable, y el fondo del mismo es el que queda abierto. El agua penetra por el fondo.

Lea la sección de este manual dedicado a cisternas, antes de hacer mejoras a su manantial.

Independientemente de cómo entre el agua a su tanque, debe usted asegurarse de que la misma sea pura, haciendo lo siguiente:

- construya una cubierta completa para el tanque, la cual impedirá la contaminación proveniente de la superficie y evitará que penetre la luz solar, la cual fomenta el crecimiento de algas.
- instale un registro acerrojado cuya cubierta traslape por lo menos 5 cm para impedir que entre el agua contaminada del suelo.
- instale un aliviadero de superficie con mampara que descargue el exceso de agua o por lo menos 15 cm sobre el suelo. El agua debe caer en una losa de cemento o en la superficie de una roca para evitar que haga un agujero en la tierra y para asegurar un desagüe propio fuera del manantial.
- disponga el mejoramiento del manantial de tal manera que el agua de la superficie deba filtrarse a través de, por lo menos, 3 metros de tierra antes de llegar al agua del subsuelo. Esto se logra haciendo una cuneta de desviación para el agua de la superficie a unos 15 metros o más del manantial. Si es necesario, también cubra la superficie del suelo cercano al pozo con una capa gruesa de tierra o de arcilla para aumentar la distancia que deba recorrer el agua de lluvia, y así tener la seguridad de que afec-

tivamente se filtra a través de 3 metros de suelo.

- construya un cercado para evitar la entrada de personas y animales a los alrededores inmediatos del manantial. El radio sugerido es de 8 metros.
- instale una tubería que vaya desde el aliviadero de superficie hasta el sitio en el cual se vaya a utilizar el agua.

Antes de usar el manantial, desinfectelo totalmente añadiendo cloro o compuestos de cloro al agua. Cierre el aliviadero de superficie para que la solución de cloro permanezca en el pozo durante 24 horas. Si el manantial se desborda a pesar de haber cerrado la llave, arrégleselas para que el cloro que agregue al agua retenga su fuerza por lo menos durante 30 minutos, aunque se tendría mayor seguridad si pudiera conservarla durante 12 horas. Cuando el cloro haya sido eliminado del sistema, haga que analicen el agua. (Véase la sección sobre "Cloración y Supercloración".)

Fuente:

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

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

Agradecimientos

John M. Jenkins, III Voluntario VITA, Marrero, Louisiana.

Ramesh Patel, Voluntario de VITA, Albany, New York.

William P. White, Voluntario de VITA, Brooklyn, Connecticut.

CISTERNAS

Las cisternas para el uso familiar son más convenientes en regiones donde la precipitación pluvial es adecuada y donde es difícil obtener agua del subsuelo o donde ésta tiene muchos minerales. Un pozo sellado, por regla general, no necesita ser filtrado ni desinfectado con sustancias químicas y requiere pocos cuidados, mientras que una cisterna necesita todas estas cosas. La construcción de

cisternas es más costosa que la de pozos. Sin embargo, el agua de las cisternas contiene pocos minerales y es ideal para lavar la ropa.

Un sistema de agua de cisterna consta de cuatro partes básicas: tanque, área de recolección, filtro y bomba. (El tema de las bombas se desarrolla en la sección sobre "Elevación del Agua".)

Tanque cisterna

El tanque aquí descrito se puede usar como depósito sanitario de agua pluvial para el uso familiar.

Herramientas y materiales

Herramientas y materiales para hormigón reforzado

Aditivo sellador de asfalto

Mampara

Tubería

El tanque de la cisterna debe ser impermeable para evitar que la suciedad de la superficie contamine el agua. El mejor material es el hormigón reforzado debido a que es fuerte, durable y se puede impermeabilizar.

Se debe dotar el tanque de registro o alcantarilla y desagüe para poderlo limpiar. (Véase la Figura 1). También se requiere una ventila y un orificio por el cual se pueda añadir el cloro para desinfectar.

Las dimensiones de la cisterna dependen de las necesidades diarias de consumo de la familia y del tiempo que transcurra entre un período lluvioso y otro. Si una familia necesita 100 litros de agua por día y hay 125 días entre un período lluvioso y otro, la cisterna debe almacenar:

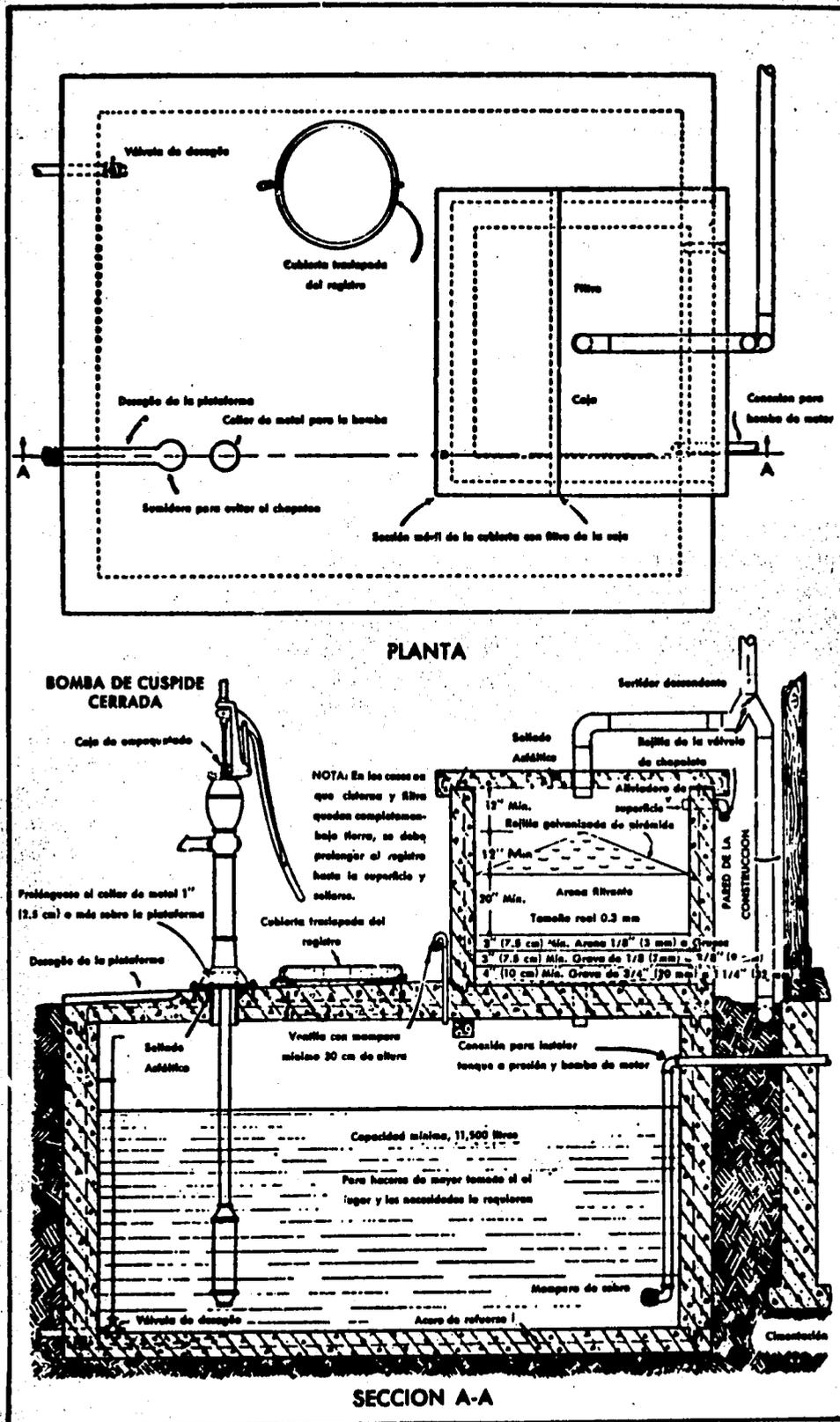
$$100 \text{ litros} \times 125 \text{ días} = 12,500 \text{ litros}$$

Una cisterna cuyas dimensiones interiores aproximadamente sean 2.3 m x 2.3 m almacena 12,200 litros.

Para tener la seguridad de que la cisterna queda herméticamente sellada, añada unos 28 litros de agua para cada costal de cemento de 50 kg al hacer la mezcla de hormigón. (Véase la sección sobre "Estructuras de Hormigón".) Apisona muy bien el hormigón y conserve su superficie húmeda durante 10 días cuando menos. Si es posible, haga el vaciado de paredes y de piso al mismo tiempo. La boca de la alcantarilla debe quedar 10 cm sobre la superficie de la cisterna, y su cubierta debe tras-

FIGURA 1

CISTERNA CON FILTRO DE ARENA
(LA INSTALACION DE LA BOMBA ES OPCIONAL)



Reproducido de *Individual Water Supply Systems*, pág. 37, Comité Conjunto sobre Sanidad Rural (1950), Servicio de Salud Pública de E.U.A., Washington.

laparia otros 5 cm. Dé un declive al fondo de la cisterna haciendo una parte más baja que las demás, para que se pueda extraer el agua más fácilmente con sifón o con baldes, al limpiar la cisterna. Esto se puede hacer raspando el fondo hasta que adquiera el contorno deseado. No eche tierra de relleno abajo de la cisterna porque, en ese caso, ésta podría asentarse en forma irregular y agrietarse. Se puede facilitar la limpieza usando un tubo y una válvula de desagüe con filtro de mampara.

No se necesita aliviadero de superficie si se usa debidamente una válvula de mariposa para limpiar techos. Si se instala el aliviadero de superficie, debe cubrirse la boca con malla de cobre para mosquitero. Si no hay aliviadero de superficie, es preciso instalar una ventila con malla para que el aire desplazado pueda salir de la cisterna. Se debe montar firmemente la bomba de mano con pernos enclavados en la cubierta de hormigón en la cisterna. La base con reborde de la bomba debe ser de una pieza, sin agujeros por donde pueda entrar la contaminación, y sellada a la cubierta de la bomba, o bien, se debe sellar el tubo de inmersión con hormigón y un compuesto sellador a base de asfalto.

Se necesita un tubo pequeño con casquillo que se atornille, a través del cual se pueda medir la cantidad de agua que haya en la cisterna y aplicar la solución de cloro después de cada lluvia. La cantidad de agua en la cisterna se mide con una vara con muescas por cada mil litros. Para desinfectarla después de cada precipitación pluvial, añada una dosis de cloro de 5 partes por millón (véase la sección sobre "Cloración").

Una cisterna recién construida o reparada se debe desinfectar siempre con una solución de cloro de 50 partes por millón. Se deben lavar muy bien, con esta solución fuerte, las paredes de la cisterna y el filtro, y enjuagarse enseguida. Se puede desinfectar con facilidad un sistema a baja presión, bombeando esta solución fuerte por todo el sistema y dejándola allí toda la noche.

Área de recolección

Una área de recolección del tamaño apropiado es parte indispensable de un sistema de abasto por medio de una cisterna. El agua de lluvia para la cisterna puede acopiarse del techo de una casa. Se debe comparar el método indicado aquí para calcular el tamaño del receptáculo de recolección, con el tamaño de instalaciones cercanas de recolección.

Herramientas y materiales

Techo de hierro galvanizado o su equivalente
Canalco recolectores
Boca de salida

El área de concentración o de recolección debe ser de material liso e impermeable, tal como láminas de metal galvanizado para techos. Los techos de madera o de paja pueden corromper el agua y acumular polvo, suciedad y hojas; el agua de estos techos contiene más materia orgánica y bacterias que el agua que se obtiene de superficies lisas. A veces se construyen recolectores de piedra, de hormigón y de película de plástico sobre el suelo. Para el consumo humano, los techos son mejores en casi todos los casos porque los humanos y los animales no los pueden contaminar.

Para calcular el área de recolección que para su caso se requiera, calcule la cantidad mínima de precipitación pluvial al año y la cantidad de agua que necesite la familia para su uso en el curso de un año. Con frecuencia, el departamento meteorológico del gobierno le podrá indicar la precipitación mínima esperada. Si no pueden hacerlo, calcule la precipitación mínima contando las dos terceras partes del promedio anual. Tome la cantidad promedio de agua que necesita la familia en un día y multiplíquela por 365 para saber cuánta agua se necesitará en un año. A continuación use la gráfica para saber las dimensiones que debe tener el techo (Figura 2). Añada un diez por ciento el área dada en la gráfica para compensar la pérdida de agua por evaporación y la que debe desecharse al comienzo de cada lluvia.

Ejemplo:

Supongamos que se tiene una precipitación pluvial de 75 cm por año en promedio y que cierta familia necesita 135 litros por día, en ese caso:

$$\frac{2}{3} \times 75 = \text{precipitación pluvial mínima anual de 50 cm}$$

$$365 \times 125 \text{ litros/día} = 49,275 \text{ litros por año}$$

Redondéese esta cifra a 50,000 litros por año. El ejemplo resuelto en la gráfica indica que se necesita una área de recolección de unos 115 metros cuadrados. Añada el diez por ciento a esta área para compensar la pérdida de agua, lo cual da un total de unos 126.5 metros cuadrados para el área de recolección que se requiere.

Se necesita un canal recolector y una boca de salida. Asegúrese de que el canal tenga un declive

adecuado para que el agua pueda correr libremente y no se estanque en charquitos que puedan criar mosquitos portadores de fiebre amarilla y otros in-

sectos. Es preciso inspeccionar y limpiar canales y bocas periódicamente. Si agranda el canal, aumentará el área de recolección.

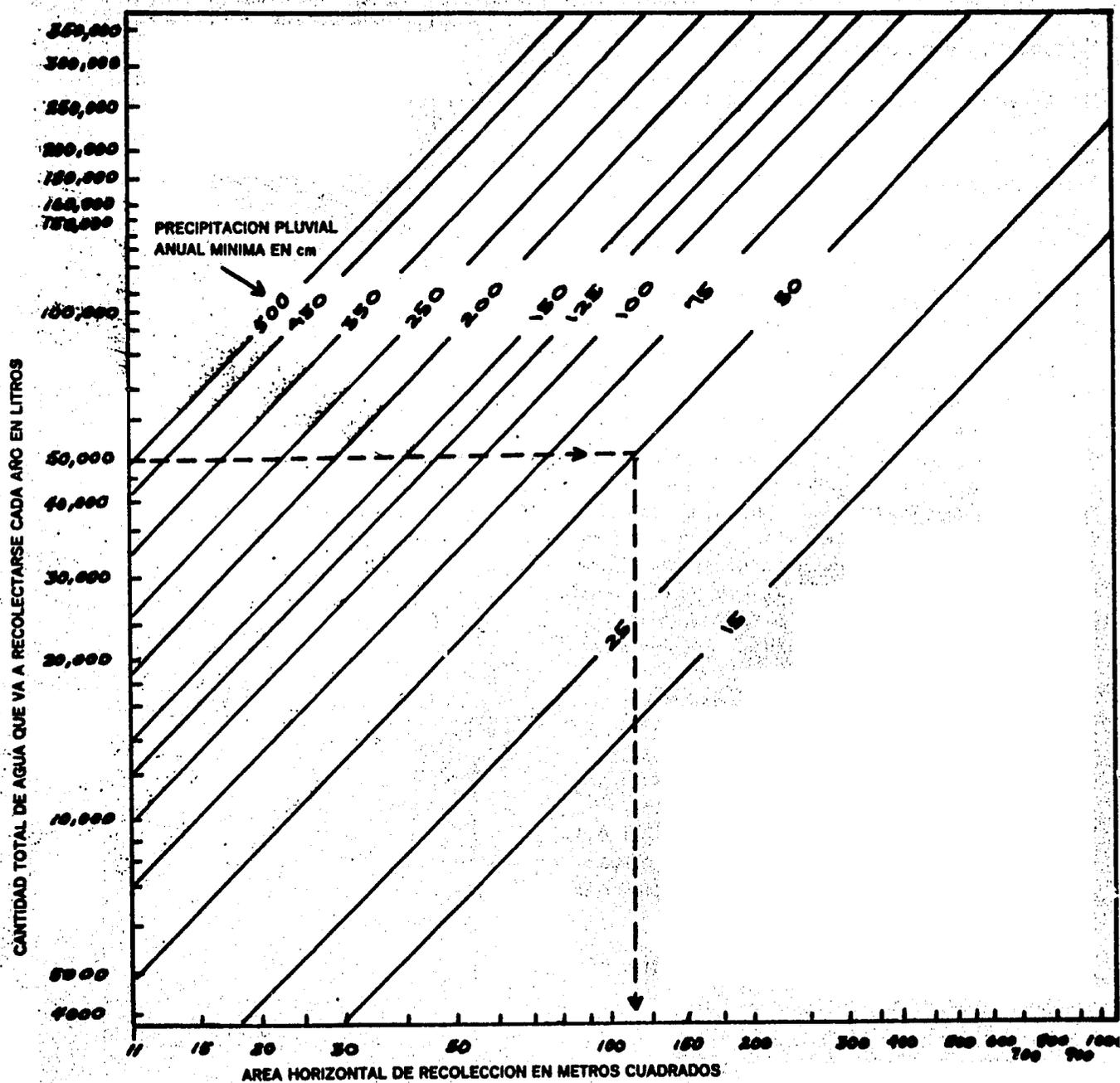


FIGURA 2

El Filtro de la cisterna

El filtro de arena que aquí se describe elimina la mayor parte de la materia orgánica del agua pero no proporciona agua absolutamente propia para beberse, pues no elimina todas las bacterias nocivas. El agua acumulada en el depósito de la cisterna debe ser tratada con cloro después de cada lluvia.

Herramientas y materiales

Herramientas y materiales para hacer hormigón reforzado

Mampara

Arena fina y limpia

Grava Calibrada

Compuesto de asfalto para sellar

El área de recolección siempre se llena de hojas, de excremento de aves, de polvo del camino y de insectos. El filtro para cisterna elimina en lo posible estos contaminantes antes de que el agua entre a la misma.

El filtro de arena se coloca usualmente a nivel del piso y el agua filtrada fluye al interior de la cisterna, la cual se encuentra bajo suelo en la mayoría de los casos. Los objetos más grandes, tales como hojas, quedan atrapados en el plato amortiguador. El plato amortiguador también distribuye el agua sobre la superficie del filtro con el objeto de que ésta no haga hoyos en la arena. El plato amortiguador se hace de una sección de mampara de alambre para ventana.

Si se hace el filtro tan pequeño que le sea imposible dar salida al torrente normal de las lluvias, el agua se desbordará del filtro o abrirá una brecha en la arena, estropeándolo. El área del filtro nunca deberá hacerse de un tamaño que sea inferior a la décima parte del área de recolección. Un filtro típico debe medir 120 cm x 120 cm para abastecer a una familia, donde la intensidad pluvial sea normal.

Más o menos cada 6 meses, quite la cubierta del registro y limpie el filtro. Quite toda la basura del plato amortiguador y raspe, y quite la arena superficial hasta 1 cm. Cuando la arena haya descendido a un nivel de 30 cm, agregue arena limpia hasta que recobre su profundidad original de 50 cm.

El primer dealave proveniente del techo, que usualmente contiene gran cantidad de hojas y de tierra, debe desecharse. La manera más sencilla de hacerlo es colocar una válvula de mariposa (como

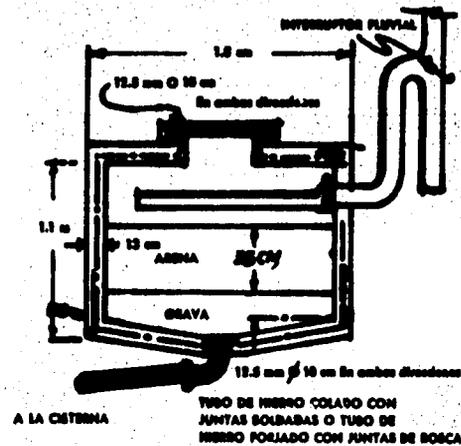


FIGURA 3

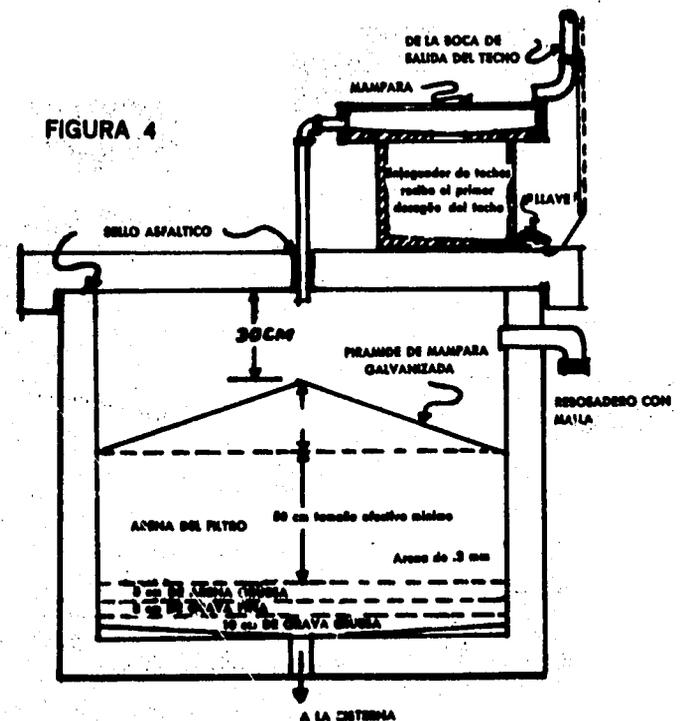


FIGURA 4

un regulador de tiro de chimenea) en la boca de salida (véase la Figura 3). Una vez que la lluvia ha lavado el techo, se da vuelta a la válvula para dejar que el torrente de agua entre al filtro. En la Figura 4 se muestra un filtro semiautomático.

Al construir el filtro, es importante emplear arena y grava del calibre apropiado para tener la seguridad de que se podrá limpiarlo con facilidad. El filtro debe tener un rebosamiento con mampara.

Fuentes:

Cisternas, Circular Núm. 833 del Departamento de Salud Pública del Estado de Illinois.

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

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

ELECCION DEL SITIO PARA UNA PRESA

Se puede crear un depósito de agua construyendo una presa a lo ancho de una cañada. La evaluación preliminar que aquí se describe ayuda a determinar si un paraje determinado es adecuado o no para la construcción de una represa. Si la información contenida en esta investigación indica que el sitio tiene buenas posibilidades, consulte a un experto antes de comenzar a construir.

Materiales

Mapas

Datos sobre la precipitación pluvial

Construir una presa requiere tiempo, trabajo, materiales y dinero. Lo que es más, si se derrumba cualquier represa que almacene una cantidad de agua que exceda unos cuantos acrepiés, podría ocasionar grandes daños. Por lo tanto es importante seleccionar con todo cuidado el sitio donde se ha de construir la represa, precaverse contra el derrumbamiento de la misma y evitar la infiltración excesiva, los suelos porosos, el agua contaminada o la falta de ella a causa de una pequeña área de desagüe.

Seis factores importantes al elegir el lugar:

1. Debe haber agua suficiente para llenar el depósito.
2. Un máximo almacenamiento de agua con la presa más pequeña.
3. Una cimentación sólida, a prueba de filtración, para el depósito.
4. Que esté razonablemente libre de contaminación.
5. Que el depósito se encuentre cerca de los usuarios.
6. Que se disponga de los materiales necesarios para construir.

La precipitación pluvial anual y el tipo de área de captación (o avenamiento natural) determinan la cantidad de agua que podrá acumular el depósito.

El Area de captación

Una área de captación con cuevas empinadas y superficies rocosas es excelente. Si el área de captación contiene tierra porosa sobre una base de roca a prueba de filtración, se formarán manantiales que llevarán agua al depósito, pero más lentamente que las laderas rocosas. Los árboles de hoja chica, tales como coníferas, sirven de abrigo contra el viento y reducen la pérdida de agua para evaporación.

Los pantanos, la vegetación espesa, un suelo permeable y las laderas de escaso declive disminuyen el rendimiento de agua que pudiera tener una área de captación.

La precipitación pluvial

El área de captación promedio drena en un año aproximadamente el 10 por ciento del agua de lluvia.

La ubicación

La mejor ubicación para la construcción de una represa es el punto en el cual un valle amplio se angosta, bordeado de cuevas empinadas y sobre una base firme para construir la represa (véase la Figura 1). No es bueno para este fin un suelo que contenga grandes peñascos, un lecho de roca desgastada o agrietada, ni arenas aluviales o roca porosa. La mejor base para una presa consta de capas de granito o de basalto en, o cerca de la superficie, o una profundidad considerable de arcilla cenagosa o arenosa.

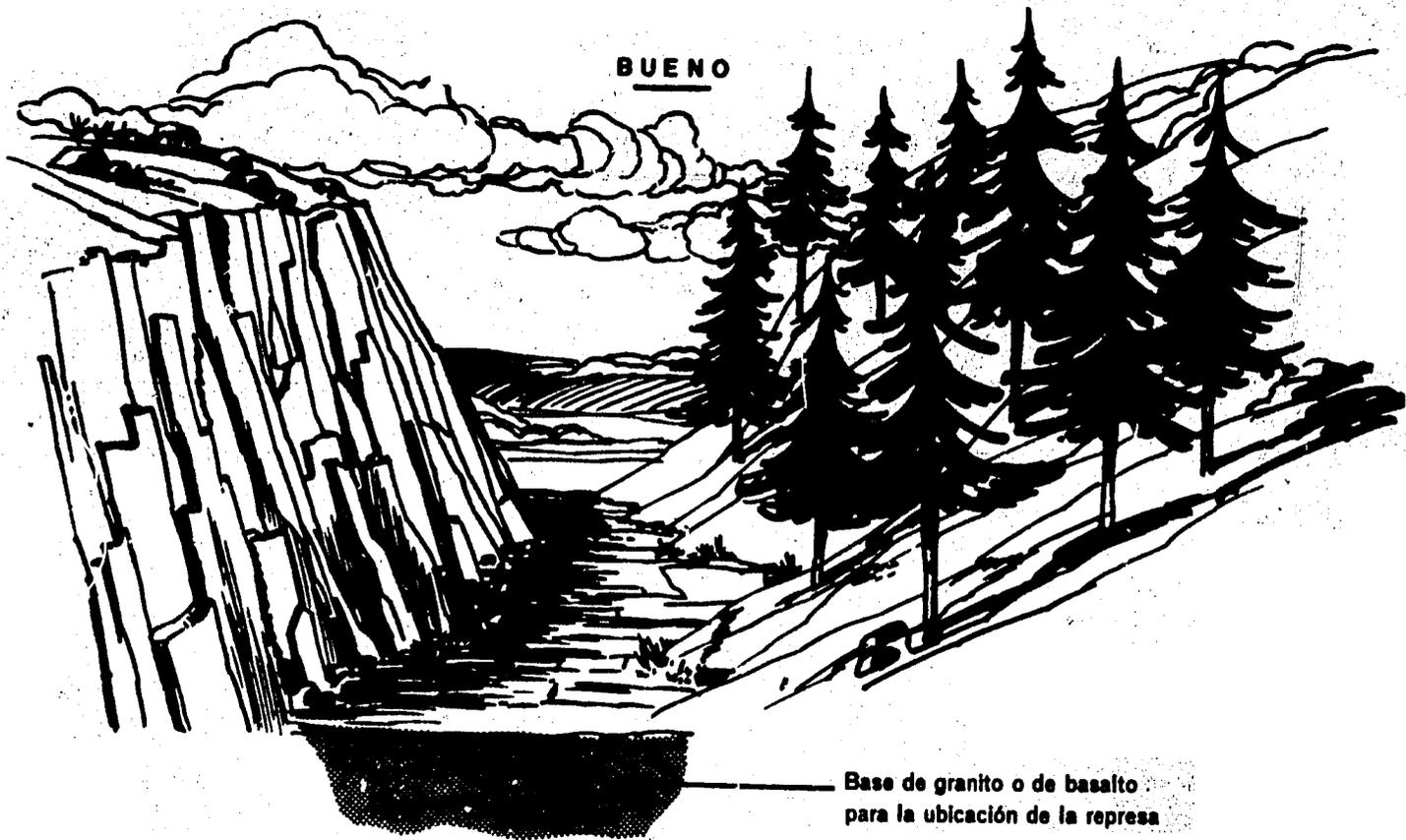
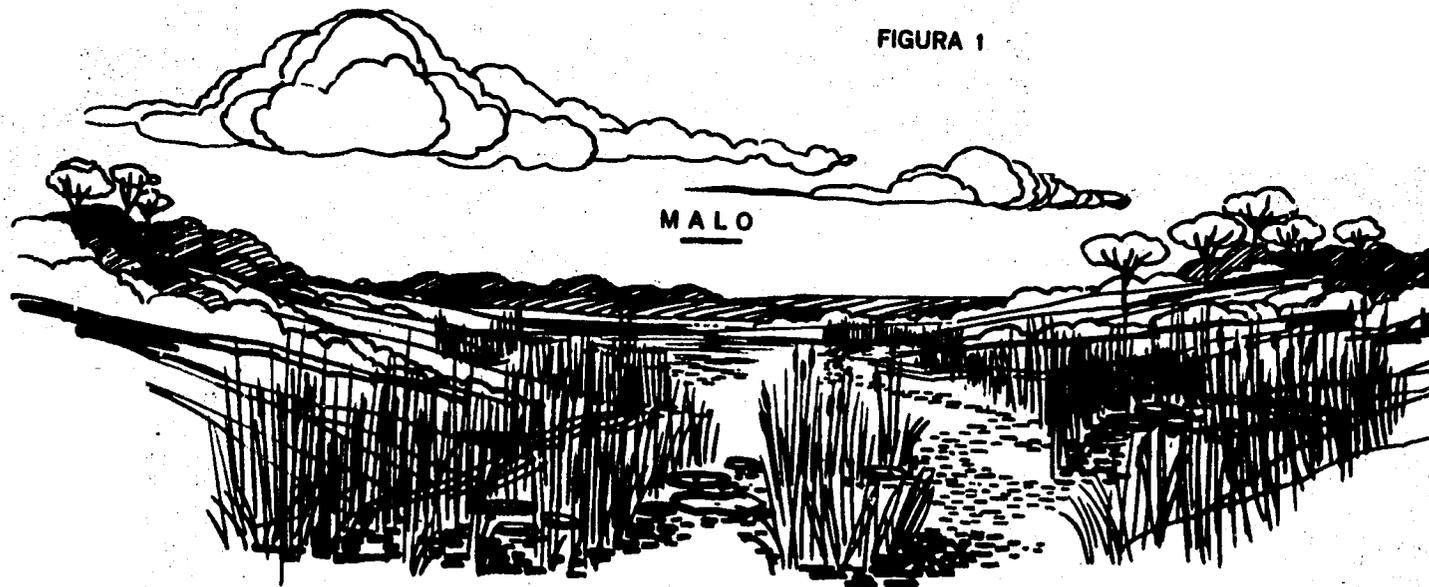


FIGURA 1



El ubicar la represa río arriba a partir de su sitio de utilización puede disminuir la contaminación y permitir que la gravedad lleve el agua hasta el lugar en que se va a usar.

Cuando se construya una represa de albañilería, es mejor que haya piedra en los alrededores. Aun cuando se construya una presa de barro, se necesitará de la roca para el aliviadero. La tierra de los mejores suelos para represas térreas contiene arcilla con algo de cieno o arena. Deberá haber una cantidad suficiente de este tipo de suelo cerca del sitio de la presa para poder construir toda la re-

presa de material razonablemente uniforme.

La elección cuidadosa del sitio para la represa ahorrará gastos de mano de obra y de material y contribuirá a que ésta tenga la resistencia requerida.

Fuente:

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

TRANSMISION DE ENERGIA POR MEDIO DE UN ALAMBRE OSCILANTE PARA RUEDAS HIDRAULICAS PEQUEÑAS

Un alambre oscilante puede transmitir energía desde una rueda hidráulica hasta un punto a 1 km de distancia, donde se utiliza usualmente para bombear agua de un pozo. Estos dispositivos han sido usados durante muchos años por los Menonitas Amiah de Pennsylvania. Si se instalan debidamente proporcionan servicio duradero y exento de problemas.

Los Menonitas usan este método para transmitir la fuerza mecánica generada por ruedas hidráulicas pequeñas, hasta el patio de la granja, donde el movimiento alterno se usa para bombear el agua de pozo que habrá de utilizarse en el hogar y en la granja.

La rueda hidráulica suele ser una rueda de alimentación por abajo (el agua corre por debajo de la rueda) de uno o dos pies de diámetro. Se ajusta una manivela al eje de la rueda, la cual se fija a una armazón triangular que oscila sobre un poste. (Véase la Figura 2). Se utiliza un alambre para conectar esta armazón a otra estructura idéntica que se encuentra encima del pozo. Dos contrapesos mantienen el alambre en tensión.



Herramientas y materiales

Alambre alambre galvanizado uniforme, propio para cercas.

Rueda hidráulica con manivela excéntrica que tenga un movimiento ligeramente menor que el del golpe de émbolo más amplio de la bomba situada en el patio de la granja.

Tubo galvanizado para las armazones triangulares: de 2 cm por 10 metros de largo.

Equipo de soldadura común o fuerte, para hacer las armazones

Hormigón para el contrapeso

2 postes: de 12 a 25 cm de diámetro.

Conforme va girando la rueda hidráulica, la manivela hace que la armazón se incline de un lado a otro. Este vaivén tira del alambre de una parte a otra. Un ciclo típico y completo de un lado al otro tarda de 3 a 5 segundos. A veces la fuerza para varios alambres transmisores proviene de una sola rueda hidráulica grande.

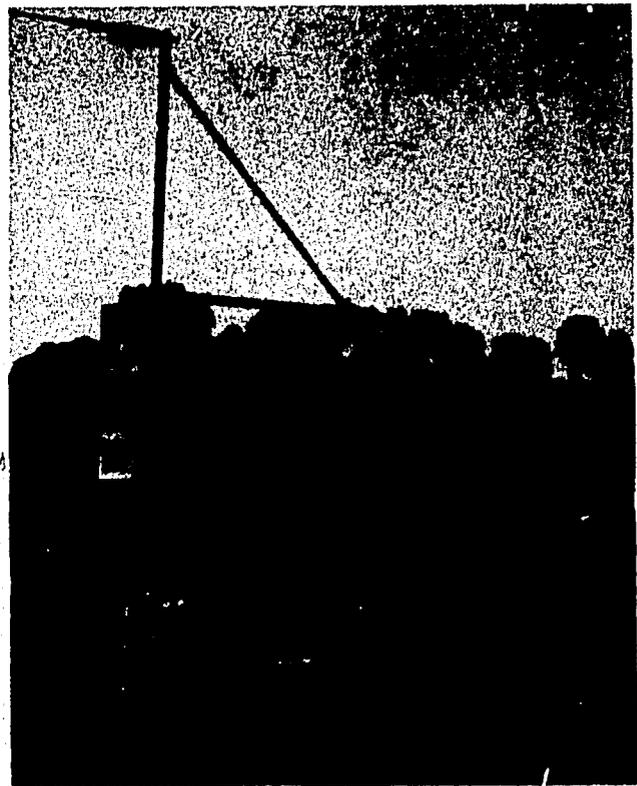
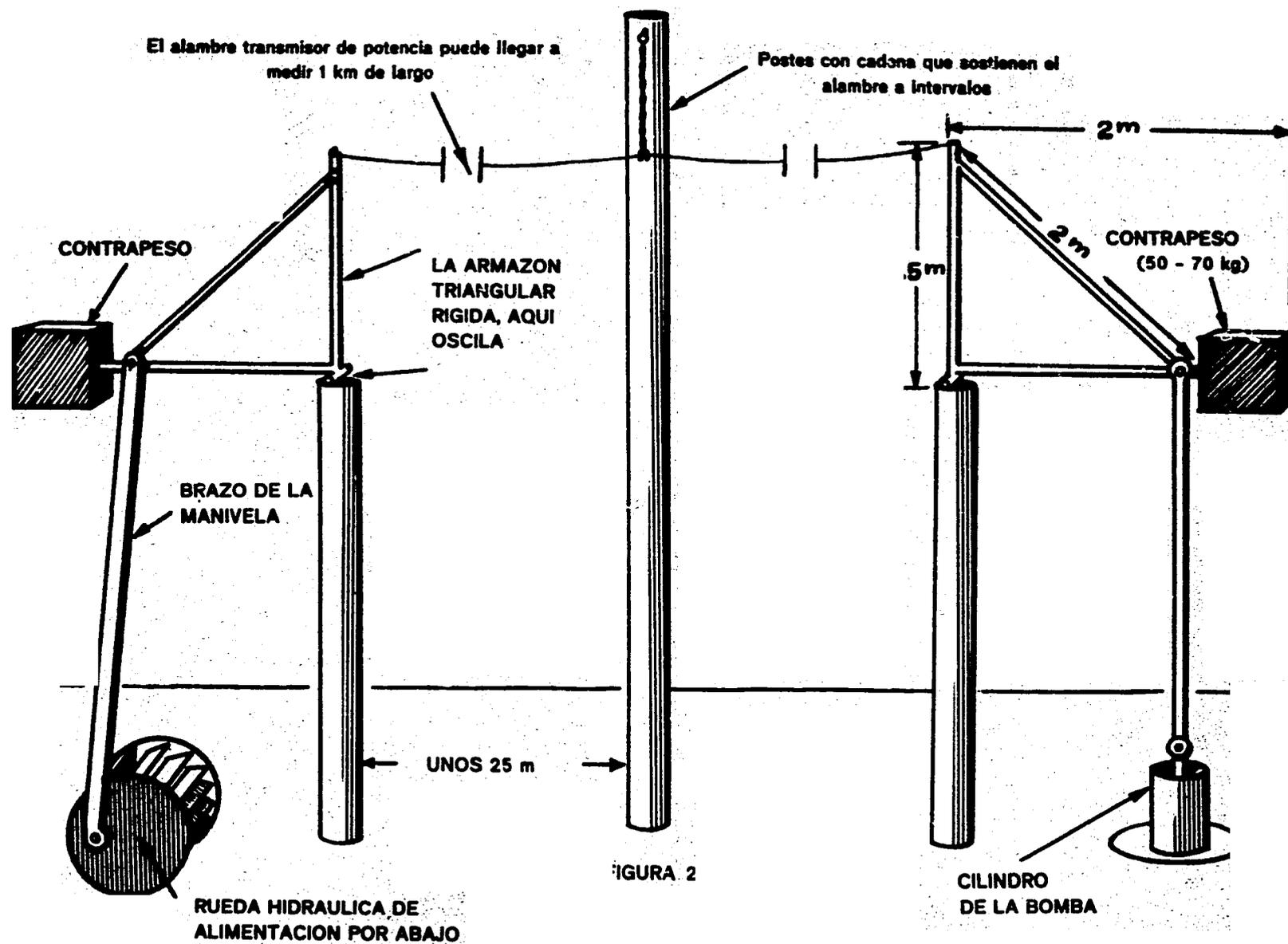


FIGURA 1



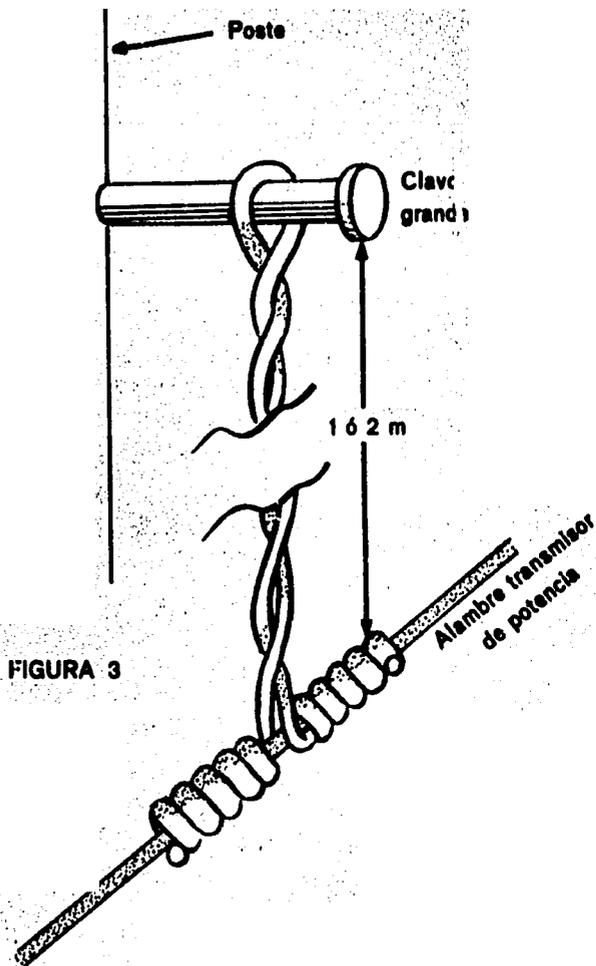
Se puede doblar esquinas para que el alambre corra paralelo a setos y vallados montando horizontalmente una pequeña armazón triangular sobre la parte superior del poste, como lo muestra la Figura 4.

Rueda Hidráulica

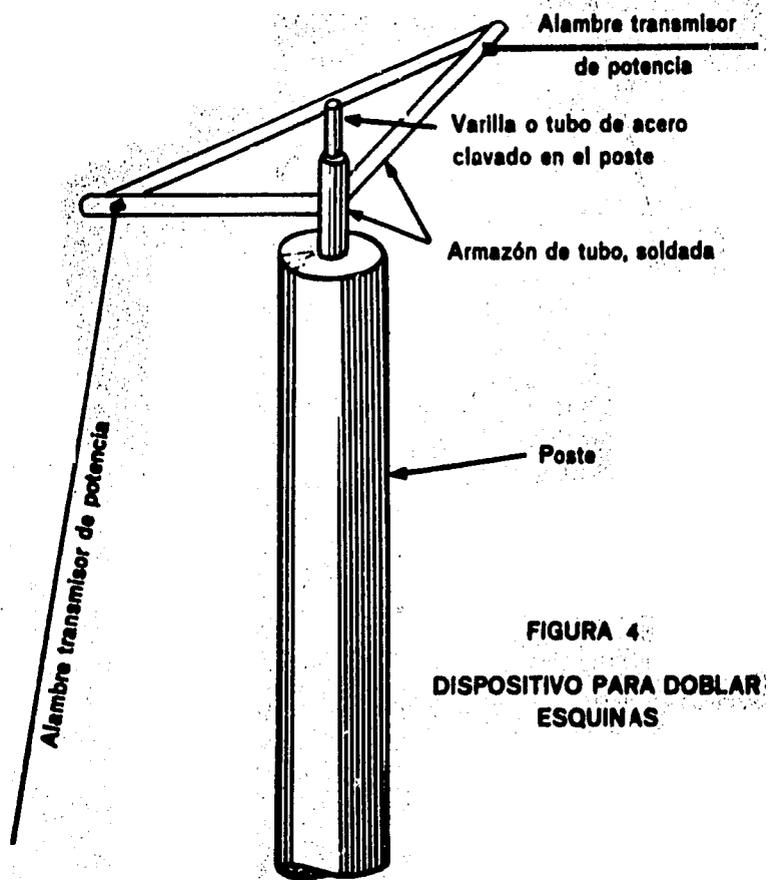
Las Figuras 5, 6 y 7 muestran cómo construir e instalar una rueda hidráulica pequeña de madera y bambú.

Fuente:

Sección de VITA en New Holland, Pennsylvania.



El alambre se coloca sobre postes para que quede a distancia del suelo y no estorbe el paso. Si la distancia del arroyo al patio de la granja es grande, será necesario colocar más postes para que sostengan el alambre. Los Menonitas emplean un aro de alambre cubierto con una sección de manguera y fijo en la parte superior del poste. El alambre oscilante se desliza de un lado a otro enlazado en el aro. Si no es posible hacerlo así, pruebe colocar el poste de modo que quede de 1 a 2 metros más alto que el alambre transmisor. Inserte un clavo grande cerca de la parte superior del poste y ate el clavo al alambre transmisor por medio de una cadena o de otro alambre como lo muestra la Figura 3.



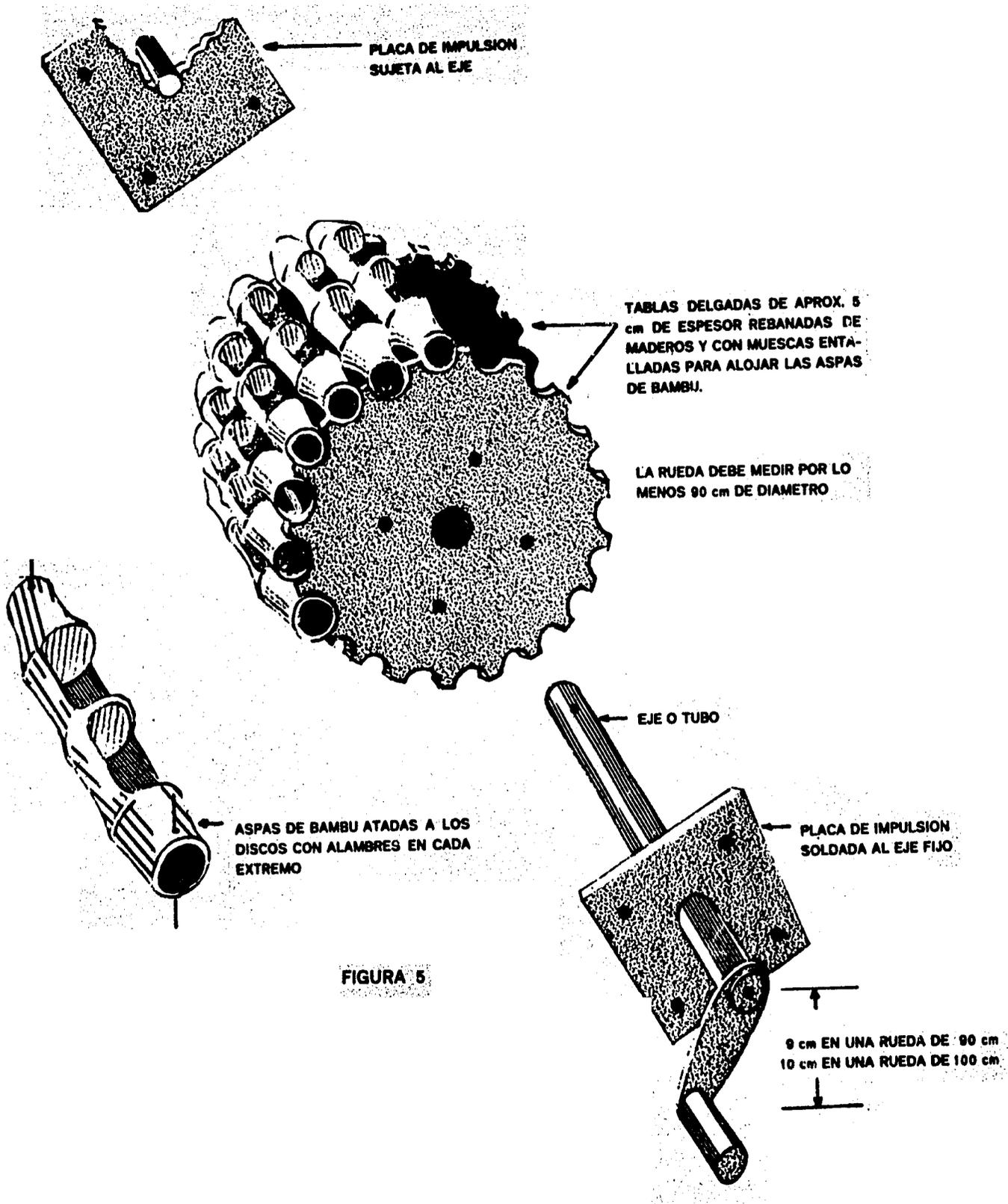


FIGURA 5

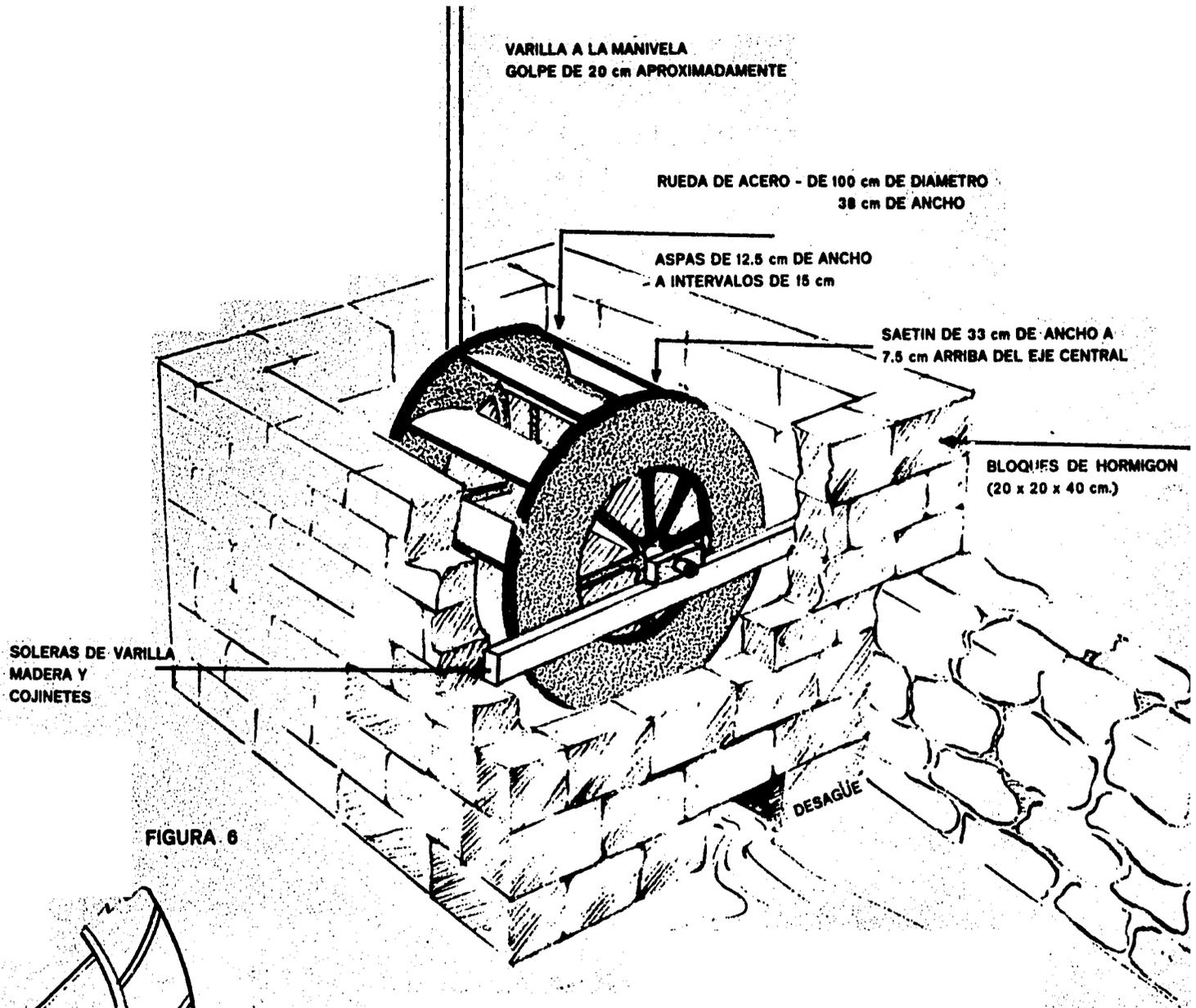
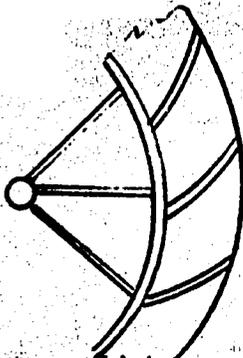


FIGURA 6



FORMA DE LAS ASPAS
SECCION VISTA DE LADO

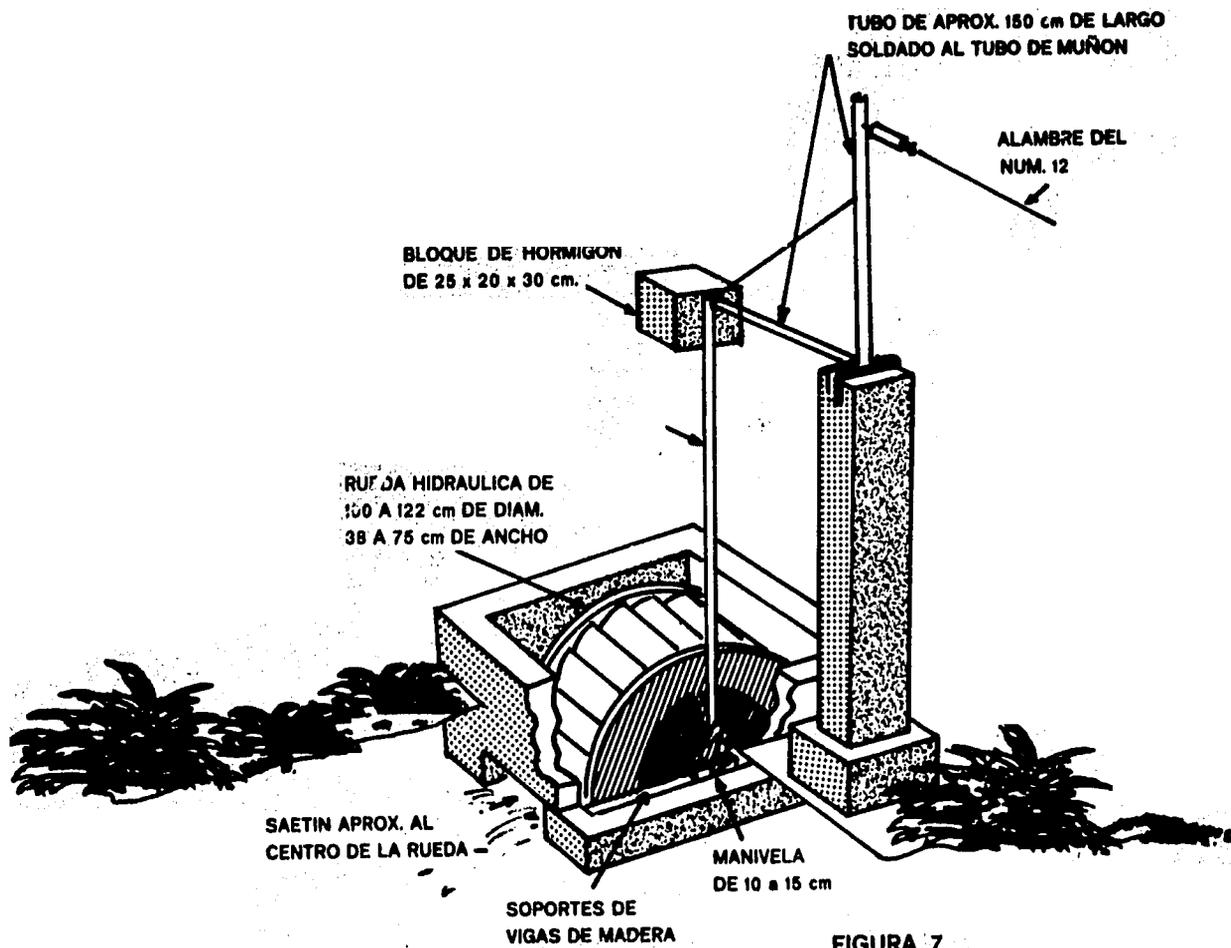


FIGURA 7

NOTA: SE PUEDE AÑADIR UNA MANIVELA AL OTRO EXTREMO DEL EJE A UN ANGULO DE 90° CON RELACION A LA PRIMERA MANIVELA PARA COLOCAR MAS ALAMBRES TRANSMISORES DE POTENCIA.

PURIFICACION DEL AGUA

La purificación del agua de pureza dudosa requiere la supervisión de personas calificadas si se ha de hacer debidamente. Dicha supervisión rara vez se encuentra en las aldeas y debido a ello tarde o temprano se llega a descuidar el procedimiento. Bajo estas circunstancias, se debe hacer todos los esfuerzos posibles para contar con una fuente que proporcione agua naturalmente sana y a continuación almacenar dicha agua y protegerla contra la contaminación, con los métodos antes descritos. En esta forma se podría evitar el tener que tratar el agua, y no puede insistirse demasiado en la importancia práctica que tiene el poder lograr esto.

El tratamiento del agua en el medio rural debe ser restringido, por el organismo responsable del mismo, a los casos en que tal tratamiento sea indispensable y para los cuales se cuente con toda seguridad, con el funcionamiento y mantenimiento adecuados.

Si el agua necesita ser tratada, esto debe hacerse, de ser posible, para toda la comunidad y desde luego al tomar posesión de la morada o antes, para que el agua de todas las llaves de la casa sea inocua. La costumbre, común en los trópicos, de esterilizar (por filtración y ebullición) solamente el agua que se va a utilizar para beber, para lavarse los dientes, etc., aunque es eficaz por sí sola (cuando se hace con cuidado) con frecuencia queda invalidada por el descuido. Lo que es más, los niños tienen por costumbre usar el agua de cualquier llave. En forma contraria a lo que generalmente se cree, la congelación ordinaria del agua, aunque tiende a retardar la reproducción de las bacterias, no las mata, y el hielo de un refrigerador casero no ofrece mayor seguridad que el agua con que se hizo.

Los métodos principales para purificar agua en pequeña escala son la ebullición, la desinfección con sustancias químicas y la filtración. Se pueden aplicar estos métodos separadamente o combinados, pero si se requiere algo más que la filtración, el hervir el agua o desinfectarla con sustancias químicas debe hacerse al último.

Los párrafos que siguen a esta introducción general son:

Caldera para Agua Potable, Cloración de

Agua Contaminada, Planta Purificadora de Agua y Filtro de Arena.

La ebullición es el método más satisfactorio para destruir los organismos patógenos que se encuentren en el agua. Es igualmente eficaz bien sea que el agua esté transparente o turbia, o que sea relativamente pura o se encuentre muy contaminada con materia orgánica. Al hervir el agua se destruye toda clase de organismos patógenos que normalmente se encuentran en ella, ya sea que se trate de bacterias, virus, esporas, quistes y huevecillos. Para que pueda beberse, se debe dejar el agua hasta que alcance un buen punto "agitado" de ebullición (no un hervor a fuego lento tan solo) y mantenerse en él varios minutos. El hervor expelle los gases disueltos en el agua y le da un sabor insípido, pero si se deja reposar unas horas en un recipiente parcialmente lleno, aunque se cubra la boca de éste, absorberá aire y perderá su sabor insípido de agua hervida. Es aconsejable almacenar el agua en el recipiente en el cual se hirvió. Evite el vaciar el agua de un recipiente a otro con el objeto de airearla o de enfriarla, pues con ello se presenta de nuevo el riesgo de la contaminación.

El cloro es un buen desinfectante para agua potable, pues es eficaz contra las bacterias de las enfermedades que se transmiten por medio del agua. En su dosis usual, sin embargo, es ineficaz contra los quistes de la disentería amibiana, los huevecillos de las lombrices, las cercarias que producen la esquistosomiasis y los organismos alojados en partículas sólidas.

El cloro es más fácil de aplicar en forma de solución y una solución útil es la que contiene 1 por ciento de cloro, por ejemplo, el Antiséptico de Milton. La solución de Dakin contiene 0.5 por ciento de cloro útil, y el polvo blanqueador contiene del 25 al 30 por ciento de cloro aprovechable. Una cantidad de unos 37 cc (2-1/2 cucharadas) de polvo blanqueador disuelto en un litro de agua proporciona una solución de cloro al 1 por ciento. Para clorar el agua, agréguese 3 gotas de solución al 1 por ciento a cada litro del agua que se baya a tratar (2 cucharadas llenas para 120 litros); agítense bien y déjese en reposo durante 20 minutos o más antes de usarse.

El cloro se puede adquirir en tabletas como "Sterotabs" (que antes se conocían como "Halazone"), "Chlor-dechlor" e "Hydrochlorazone". que se

pueden obtener en el mercado. Las instrucciones para su empleo vienen en el paquete.

El Yodo es un buen agente desinfectante. Dos gotas de tintura de yodo común son suficientes para tratar un litro de agua. El agua turbia o lodosa, o que tenga un color definido aun cuando esté clara, no es adecuada para desinfectarse con yodo. La filtración del agua podría dejarla lista para el tratamiento con yodo. Si el agua se encuentra muy contaminada, hay que duplicar la dosis. Aunque la dosis más elevada es inocua, imparte al agua un sabor medicinal. Para eliminar el sabor a medicina, añada una solución al 7 por ciento de tiosulfato de sodio en igual cantidad que el yodo que se añadió.

Los compuestos de yodo para desinfectar agua se encuentran en forma de tabletas, por ejemplo, "Tabletas Agua potable", "Globalina", y "tabletas para purificar el agua de consumo individual"; las instrucciones completas para su empleo se encuentran en el paquete. Estas tabletas están clasificadas entre los métodos más útiles, inventados hasta

la fecha, para desinfectar, y son eficaces contra los quistes amibianos, cercarias, leptospiros y contra algunos virus.

Fuente:

Small Water Supplies, Boletín Núm. 10, Instituto Ross, Londres, 1967.

Otras Referencias Útiles:

Manual of Individual Water Supply Systems, Publicación Núm. 24, Servicio de Salud Pública, del Departamento de Salud, Educación y Bienestar de E.U.A., Washington, D. C. Revisado en 1962.

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

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 pulg.
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
20		50.80	53.34	55.88	58.42	60.96	63.50	66.04	68.58	71.12
30		76.20	78.74	81.28	83.82	86.36	88.90	91.44	93.98	96.52
40		101.60	104.14	106.68	109.22	111.76	114.30	116.84	119.38	121.92
50		127.00	129.54	132.08	134.62	137.16	139.70	142.24	144.78	147.32
60		152.40	154.94	157.48	160.02	162.56	165.10	167.64	170.18	172.72
70		177.80	180.34	182.88	185.42	187.96	190.50	193.04	195.58	198.12
80		203.20	205.74	208.28	210.82	213.36	215.90	218.44	220.98	223.52
90		228.60	231.14	233.68	236.22	238.76	241.30	243.84	246.38	248.92

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
20		7.874	8.268	8.661	9.055	9.449	9.843	10.236	10.630	11.024
30		11.811	12.205	12.598	12.992	13.386	13.780	14.173	14.567	14.961
40		15.748	16.142	16.535	16.929	17.323	17.717	18.110	18.504	18.898
50		19.685	20.079	20.472	20.866	21.260	21.654	22.047	22.441	22.835
60		23.622	24.016	24.409	24.803	25.197	25.591	25.984	26.378	26.772
70		27.559	27.953	28.346	28.740	29.134	29.528	29.921	30.315	30.709
80		31.496	31.890	32.283	32.677	33.071	33.465	33.858	34.252	34.646
90		35.433	35.827	36.220	36.614	37.008	37.402	37.795	38.189	38.583

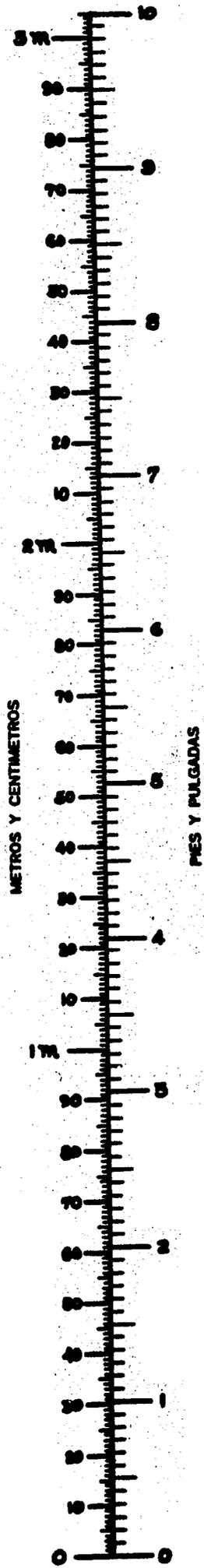


FIGURA 3

CONVERSION DE MEDIDAS DE PESO

FIGURA 5

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, úsense 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

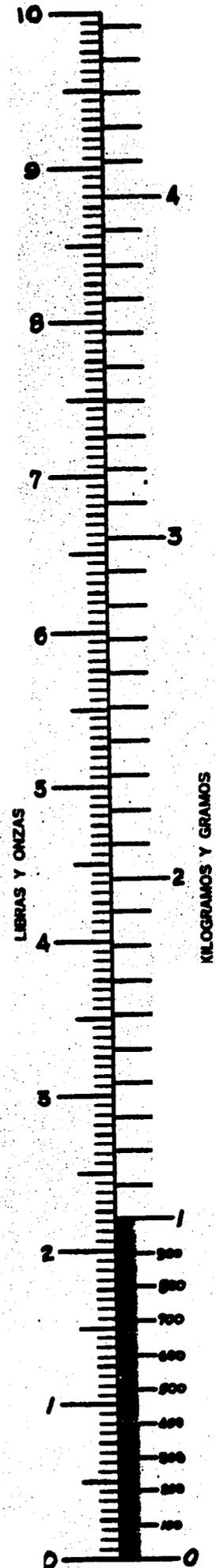
FIGURA 4

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	31.752	32.205	32.659	33.112	33.566	34.019	34.473	34.927	35.380	35.834
80	36.288	36.741	37.195	37.648	38.102	38.555	39.009	39.463	39.916	40.370
90	40.824	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:

$$\text{Grados Centígrados} = \frac{5}{9} \times (\text{grados Fahrenheit} - 32)$$

$$\text{Grados Fahrenheit} = 1.8 \times (\text{Grados Centígrados}) + 32$$

Ejemplo:

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

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

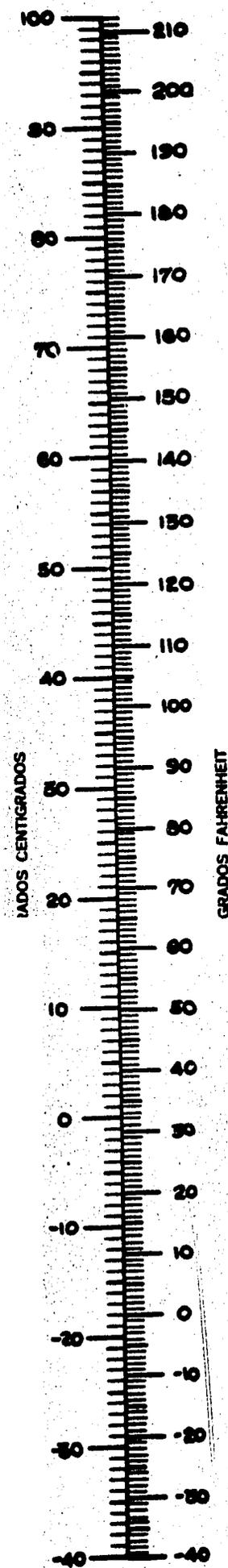
$$72^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9} (72 - 32)$$

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

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

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	= 2.5999 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