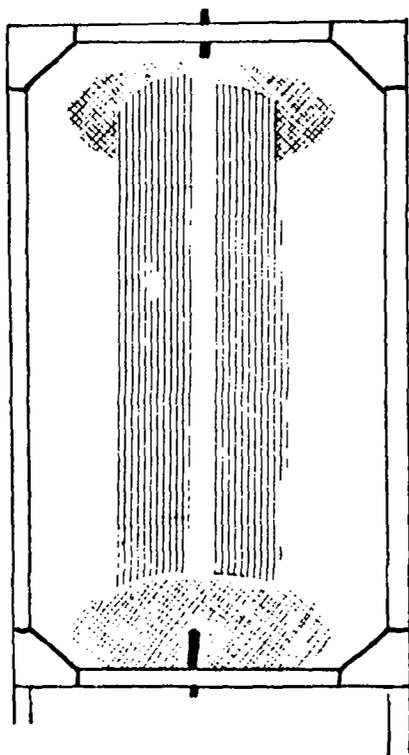


KID 3943

232.3
77CO

COMO FABRICAR UN TIPO DE MOLINO DE VIENTO A BAJO COSTO PARA BOMBEO DE AGUA

HAGALO USTED MISMO Nº L 12



Traducción y adaptación
del documento "How to make a
low cost windmill pump"

BRACE RESEARCH INSTITUTE
MacDONALD COLLEGE OF MCGILL UNIVERSITY
STE. ANNE DE BELLEVUE
QUEREC, CANADA
HOA 1CO

TRADUCCION Y ADAPTACION
SENA COLOMBIA
División Desarrollo Tecnológico
Octubre de 1977

2323-77CO

Traducción del original "How To Construct A Cheap Wind
Machine For Pumping Water", publicado por el "BRACE
RESEARCH INSTITUTE" MacDONALD COLLEGE OF MCGILL
UNIVERSITY, No. L-12 de Febrero 1965, y Revisado Febrero
de 1973

La presente traducción fue llevada a cabo por el Servicio Na-
cional de Aprendizaje "SENA" en Colombia, como parte de su
programa de desarrollo tecnológico que busca identificar, ana-
lizar, adaptar y difundir a través de los servicios de la Forma-
ción Profesional, alternativas tecnológicas para sectores de
baja productividad.

Bogotá - Colombia

232.3
77CO

En el original las medidas están dadas en el sistema inglés. A continuación damos algunas equivalencias en el sistema métrico decimal

1 pulgada	2.54 cm.
1 milla	1.6093 kmts.
1 galón	4.54 litros (galón inglés)
	3.79 litros (galón americano)
1 pie	30.48 cm.

NO. 3743 KD 3743
International Clearance Center
for Community Water Supply

COMO FABRICAR UN TIPO DE MOLINO DE VIENTO A BAJO COSTO PARA BOMBEO DE AGUA

* Instrucciones para la fabricación de un Rotor para bombeo de agua

Introducción

El Rotor diseñado por el Ingeniero Savonius durante los años 1925-28 es un tipo de molino de viento de eje vertical.

El Instituto de Investigación "Brace" (BRI) llevó a cabo un programa de ensayo con este tipo de molino para conocer su caudal en el bombeo de agua a un precio económico.

Como consecuencia de los ensayos, se sacaron las siguientes conclusiones: El Rotor del Ingeniero Savonius aunque no es tan eficiente como un Molino de Viento de tamaño comparativamente grande, permite bombear agua para irrigación en áreas que se encuentran en vía de desarrollo, o áreas rurales, debido a su bajo costo inicial, a su construcción sencilla y al reducido costo de mantenimiento.

Este tipo de molino trabaja satisfactoriamente en áreas donde la velocidad del viento es de 8 a 12 millas por hora o mayor, y donde el nivel del agua no está a más de 10 o 15 pies bajo tierra. El Rotor, El

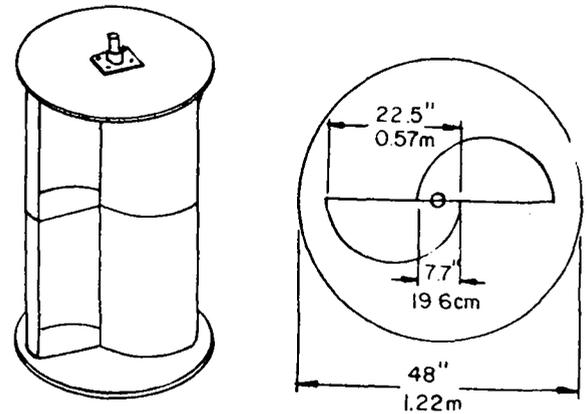


Fig. 1

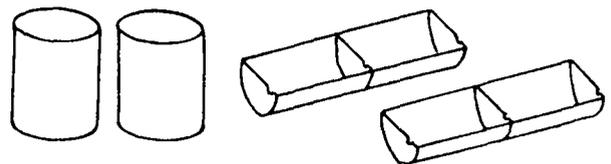


Fig. 2

Propulsor, y la Bomba pueden ser fácilmente fabricados en la casa. Personas con alguna habilidad manual, pocas herramientas y con acceso a equipo de soldadura pueden lograrlo. Además pueden usarse una gran variedad de materiales a bajo costo, puesto que su maquinado final no es crítico.

Los únicos puntos importantes a tener en cuenta para la instalación de éste aparato son: Selección de sitio y una cuidadosa determinación de la velocidad promedio del viento. De la información y gráficas suministradas en esta publicación, se puede escoger el tamaño de la bomba y el recorrido del pistón. Es necesario proveerse también de tanques de agua para su almacenamiento cuando haya vientos fuertes y así poder usarla para irrigación cuando sea necesario.

Entre más grande sea la capacidad de almacenamiento de agua, se obtiene mayor flexibilidad en el sistema.

El Rotor descrito aquí, ha sido usado en todos los ensayos llevados a cabo por la Institución y fue fabricado con materiales disponibles en la localidad de Barbados, con trabajadores corrientes (no especializados) en un taller pequeño y a un costo muy económico.

Todo el sistema se compone de tres unidades: El Rotor, El Propulsor, y la Bomba.

Cada unidad será descrita por separado. Estas instrucciones se aplican al modelo hecho por el Instituto de Investigación "Brace", pero se deja a la ingeniosidad del fabricante el poder usar otros materiales o procesos de fabricación de acuerdo a los recursos locales. Las únicas medidas que deben tenerse en cuenta son las proporciones del Rotor, según se especifican en la Fig. 1.

1. El Rotor

Se pueden usar dos tambores de aceite de 45 galones imperiales, cortados longitudinalmente y soldarlos para formar 2 artesas (Ver Fig.2). Estas dos artesas se montan entre dos platillos de madera contrachapada de 1/2" x 48" de diámetro. Estos platillos de madera pueden cortarse de una misma lámina de triplex de tamaño standard, 48" x 96". Las dimensiones para montar los tambores ya cortados se dan en la Fig.1. Las extremidades de los tambores se aseguran a los discos de madera con tornillos de cabeza ranurada de 3/8" arandelas y tuercas. El eje que atraviesa el rotor es un tubo para agua de 1-1/4" de diámetro interior, que podría extenderse hasta 6" más allá de los platillos. Para asegurar el eje a los platillos se usan dos collares según se ve en la Fig.3. Estos collares deben ajustarse bien y asegurarlos a los platillos de madera con 4 pernos, arandelas de presión y tornillos de 3/4". Para apoyar el eje en el marco se requieren dos rodamientos autoalineadores (o chumaceras axiales) los usados en el modelo fueron "Fafnir LCJ" de 1" de diámetro, pero puede usarse cualquier otra marca de balineras similar.

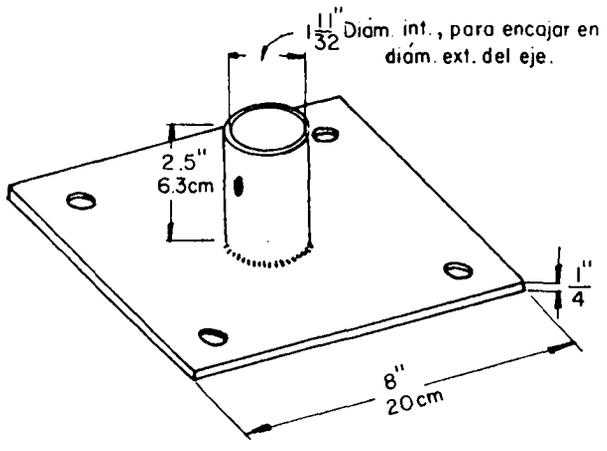
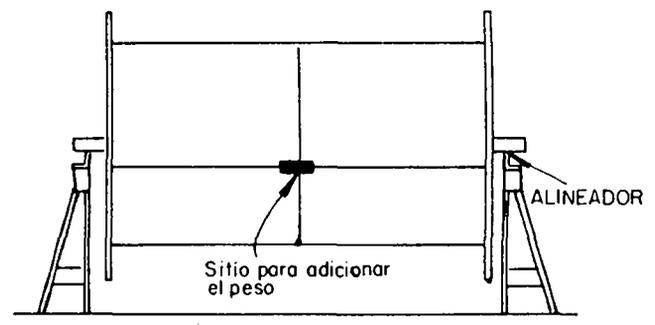


Fig.3



Método para el Balanceo del Rotor

Fig.5

SOPORTE SUPERIOR

Dos adaptadores como los que se muestran en la Fig. 4, se deben ajustar a los terminales del eje y la chumacera para acoplarlos. El Adaptador más bajo debe ser suficientemente largo para tomar la excéntrica en su parte más baja después de atravesado el orificio de la parte inferior del marco.

Antes de colocar el rotor en el marco, éste debe someterse a balanceo cuidadoso para evitar vibraciones en el futuro cuando se trabaje a altas velocidades, y puede lograrse fácilmente colocando todo el conjunto horizontalmente sobre los bordes paralelos de dos perfiles en ángulo y adicionando pesos a la circunferencia en el centro del rotor hasta obtener un completo balanceo. (Ver Fig. 5). El sistema usado para el balanceo de las llantas de un automóvil es también recomendable.)

MARCO SUPERIOR

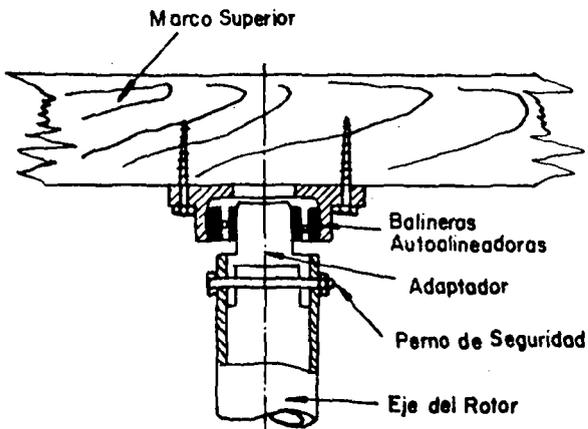


Fig. 4A

MARCO INFERIOR

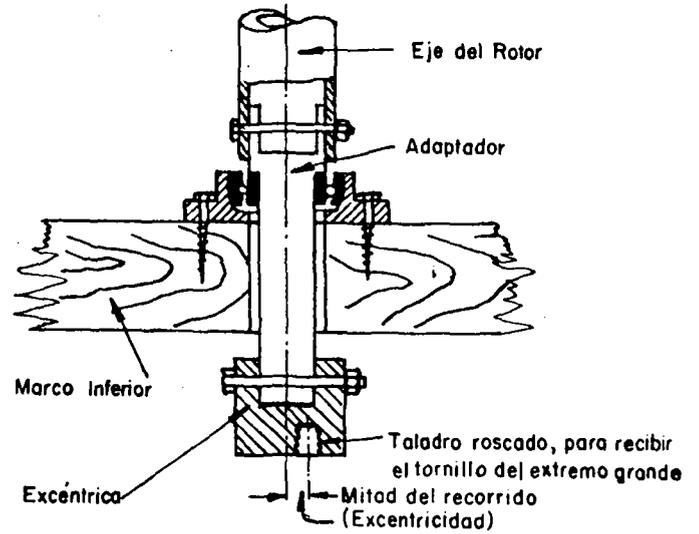
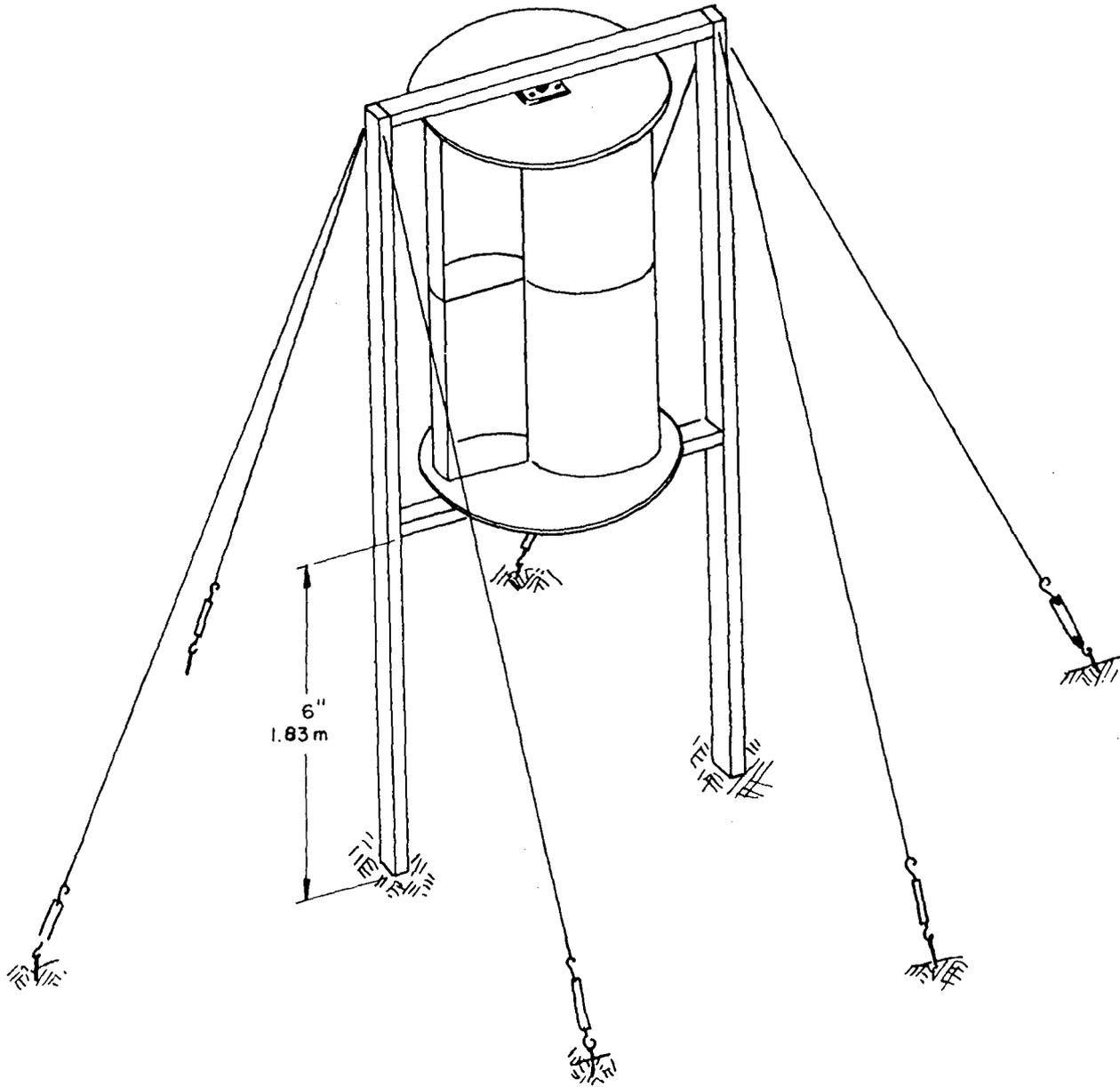


Fig. 4B

SOPORTE INFERIOR

El Marco

Está formado por 4 piezas de madera de 4 por 2 pulgadas, según se puede observar en la Fig. 6. Las uniones deben estar bien aseguradas con ángulos o platinas a escuadra para darle rigidez y a su vez fijeza a tierra por medio de alambres tensionadores con torniquetes. El soporte inferior debe estar a 6 pies, sobre el suelo, pero puede ser mayor si se considera práctico.



MARCO Y ALAMBRES PARA FIJACION

Fig. 6

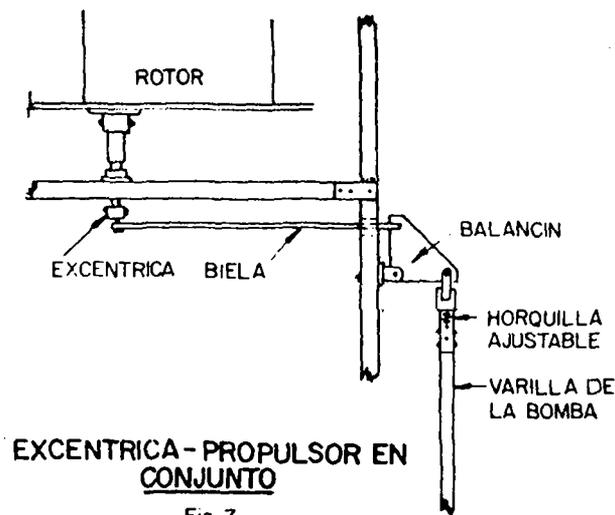
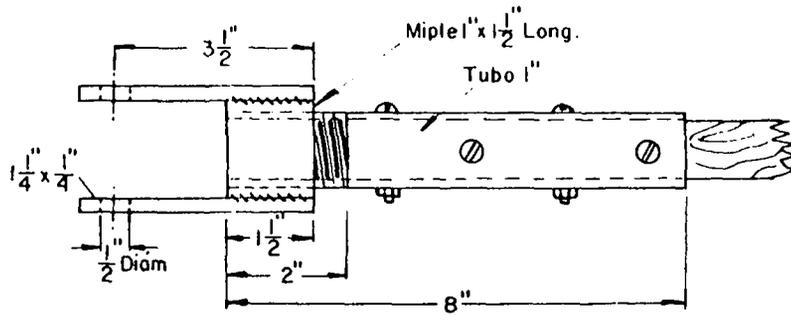


Fig. 7

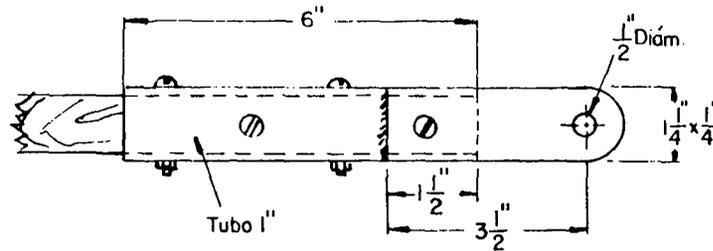
El Propulsor

Está formado por la excéntrica, la varilla horizontal conectora o biela, el balancín, y la varilla vertical de la bomba. (Ver Fig. 7).

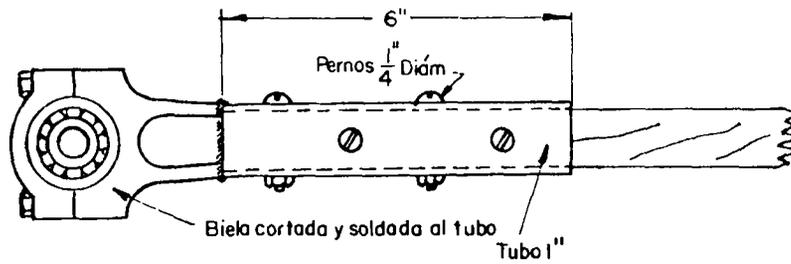
La excéntrica es una pieza de acero perforada, diseñada para encajar con el adaptador inferior y está asegurada a éste con un perno que lo atraviesa. La superficie está perforada y atornillada con rosca interior para recibir el tornillo el cual debe ajustarse bien en el orificio de la balinera que forma la cabeza mayor de la biela. La excentricidad es de $7/32$ ", lo cual da un recorrido de $7/16$ ". La cabeza mayor de la biela es de una balinera de 1" de diámetro, la cual se mantiene en su sitio mediante el ajuste del sombrerete de la caja unida a la varilla. La biela usada en las motos o carros pequeños es lo ideal para este caso. Se requiere cortar el vástago de la biela y soldarlo a un pedazo de tubo de 1" de diámetro interior y 6" de largo para recibir la varilla de madera conectora (Ver Fig. 8C).



HORQUILLA AJUSTABLE DE LA VARILLA DE LA BOMBA



HORQUILLA DE LA BIELA



CABEZA MAYOR DE LA BIELA

Fig. 8

Puesto que la bomba actúa como una bomba de diafragma simple, las dos varillas actúan solamente bajo tensión y por lo tanto son de madera cuadrada de 1" de lado. Debido a la pequeña excentricidad y a la flexibilidad de la madera no es necesario tener una unión de tipo universal en el balancín. La varilla horizontal conectora de madera debe tener una horquilla en su punta con un pasador de 1/2" de diámetro, bien ajustada que atraviese el hueco superior del balancín. La varilla vertical de la bomba es una pieza de madera cuadrada de 1" de lado con una horquilla ajustable en la punta superior. Véa las Figs. 8A, y 8B, las cuales se explican por sí mismas.

El Balancín está hecho de un pedazo de platina de acero de 1/4", cortada como se ve en la Fig. 9.

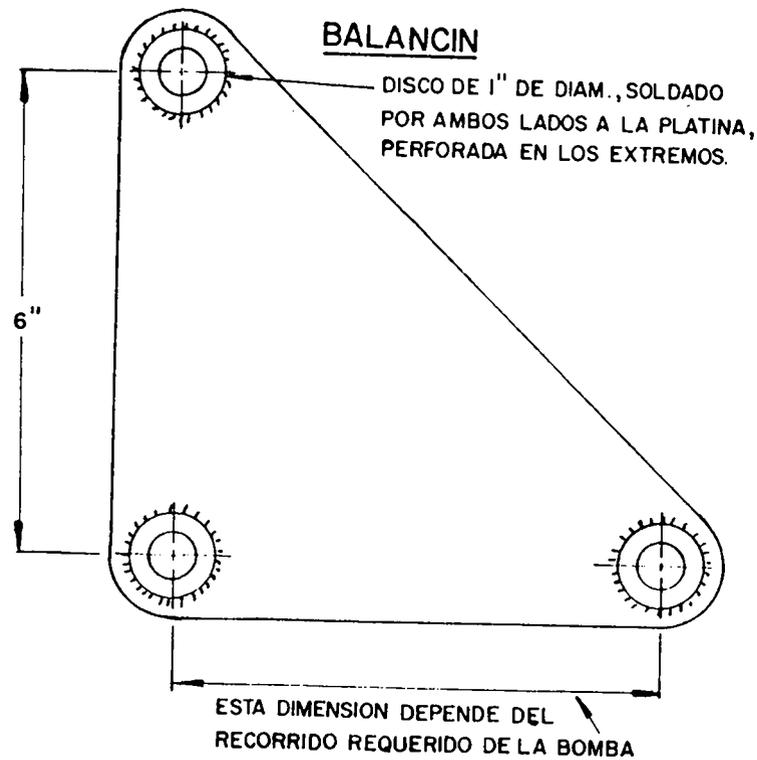


Fig.9

Los orificios están reforzados con discos soldados como se puede observar en la gráfica anterior, y taladrados después de soldados. Si fuera posible éstos orificios deberían acondicionarse con bujes de bronce lo cual prolongaría la vida del pasador y ayudaría al sistema impedir que se presenten contragalopes.

Debe también tener un orificio para lubricación. El ancho de los bujes debe ajustarse bien en la horquilla para prevenir cualquier juego lateral.

La Bomba

La bomba seleccionada para ésta aplicación es de diafragma de simple acción. Se escogió éste diseño debido a que es simple de construir y requiere solo un mínimo de maquinado. La bomba no requiere prácticamente mantenimiento alguno, y es muy económica. Las conexiones de tubería son todas normalizadas de 1", lo mismo que los miples y codos. Las válvulas pueden ser de cualquier marca disponible, del tipo "Cheque" que no permite el regreso del agua.

La bomba en sí se instala justamente por debajo del nivel del agua (completamente sumergida) en forma tal, que no se ejerza presión en la varilla durante el recorrido de la succión. Sería conveniente colocar una rejilla dentro de la válvula de entrada para evitar el acceso de cualquier cuerpo extraño a la bomba. El diafragma se hace del material de un neumático de 3/32" a 1/8" de espesor. La brida podría ser de 1-1/4" de ancho y debe estar asegurada con 8 pernos alrededor de la circunferencia para asegurarse de que quede bien sellada.

Como se puede observar en las figuras 10 y 11, la bomba está invertida, el diafragma es operado por medio de un estribo unido a la varilla vertical de la bomba. Esto le da a la

bomba una gran flexibilidad y es más simple, que conducir la varilla a través de la cámara de la bomba.

Las dimensiones de la bomba no son demasiado críticas una vez se haya determinado el recorrido y el diámetro. El estribo debe ser dimensionado de manera que pueda proveer un recorrido definido en la cámara del émbolo de arriba a abajo. Esto evita cualquier daño en el diafragma durante su manejo en la instalación.

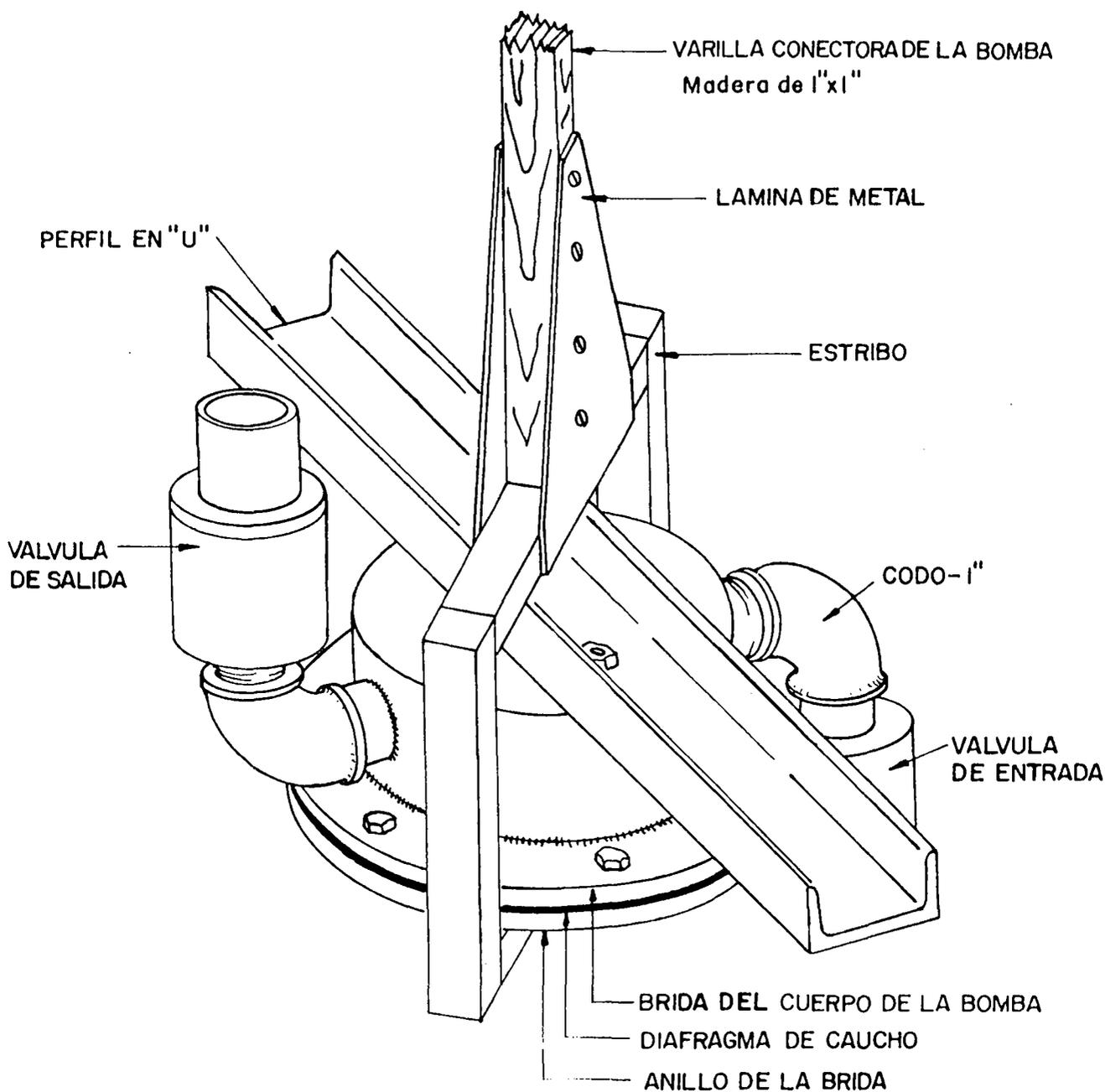


Fig.10

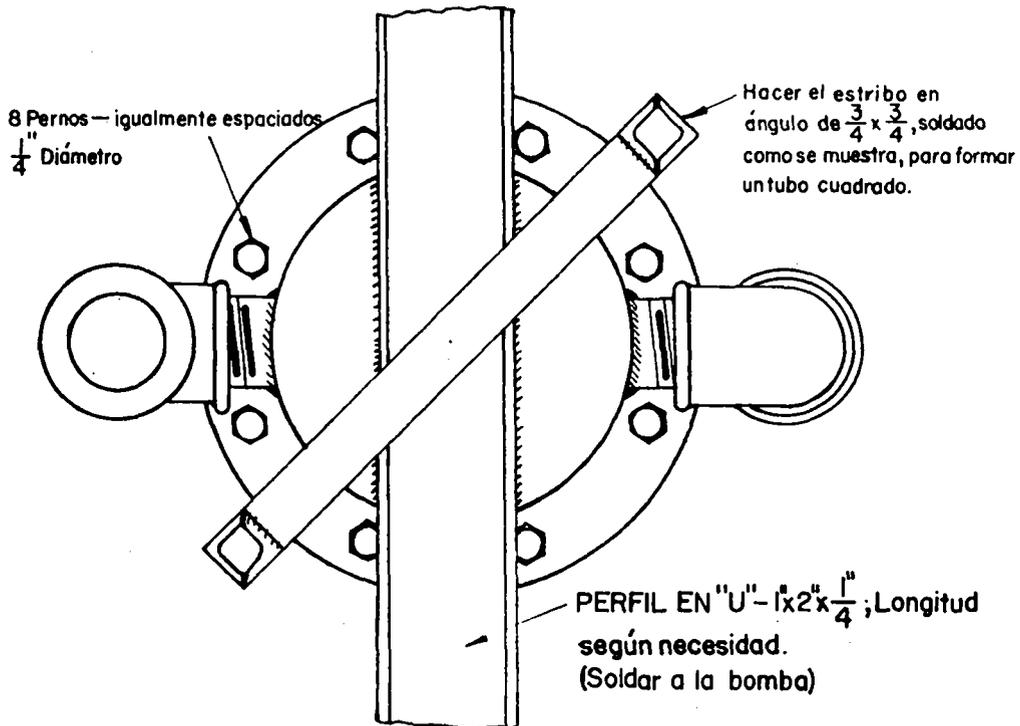
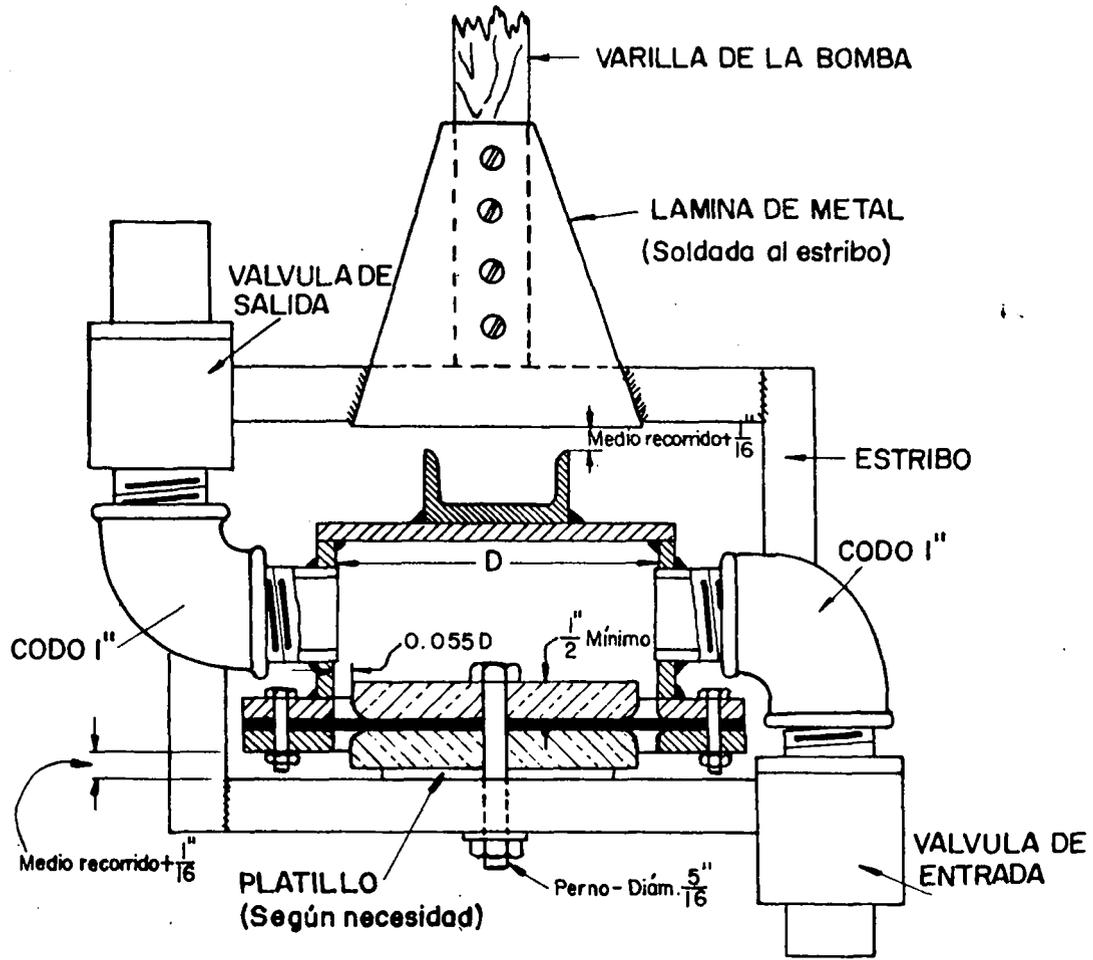
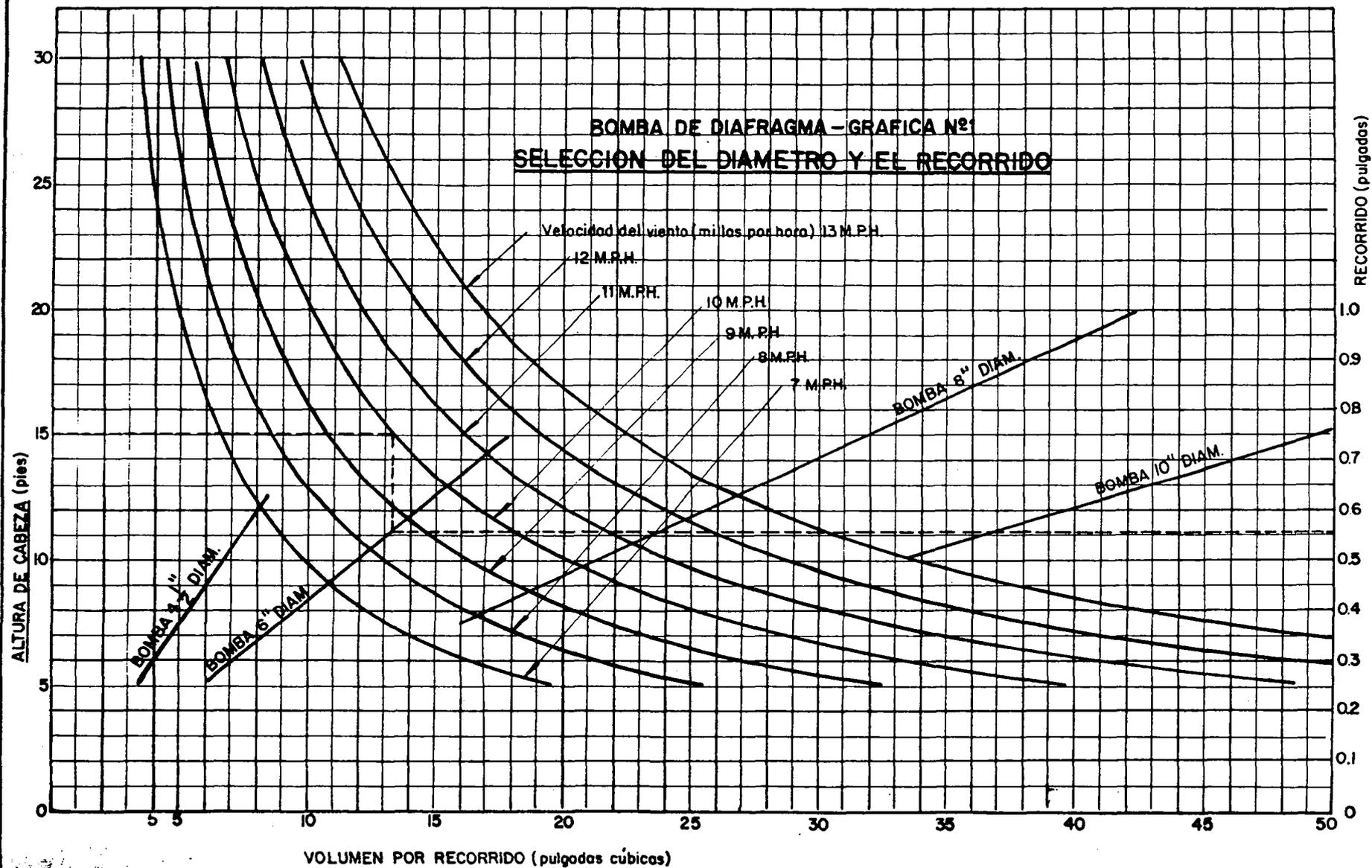


Fig. 11

BOMBA DE DIAFRAGMA - GRAFICA N°1
SELECCION DEL DIAMETRO Y EL RECORRIDO



es muy importante. Cuando se ensamble la bomba, debe aplicarse un componente de sello al caucho entre los discos y las pestañas para asegurar un buen sellado. La barra montante o Perfil en U encima de la carcasa debe ser muy rígida y puede estar, o bien soldada, o bien ajustada con pernos al platillo superior. Si se usan pernos, éstos deben encajar bien y tener arandelas de bronce para evitar salida de aceite. Es muy importante cuando se monta la bomba en el pozo tener en cuenta asegurar el perfil en U muy firmemente ya sea con concreto o mediante pernos clavados a un par de maderos en cruz en el pozo. Las fuerzas tensionadoras de la varilla de la bomba son del orden de 200 libras y a altas revoluciones, el martilleo producido aflojaría un montaje débil. Antes de montar la bomba en el pozo, la varilla de la bomba debe ser mas larga que la extensión requerida. Después de haber instalado la bomba y que el balancín haya sido montado sobre el marco, éste debe traerse a una posición neutra y la extremidad de la horquilla ajustable de la varilla de la bomba debe quedar a medio recorrido de la rosca. Entonces ahora es que la varilla debe cortarse para que encaje completamente en el tubo de la horquilla, taladrarse y asegurarse con cuatro pernos como se muestra en la figura 8A. Luego la varilla de la bomba debe empujarse contra el tope, girar la excéntrica para un recorrido completo y ajustar la horquilla de tal forma que el pasador corra libremente a través del hueco del balancín. Ahora gire la horquilla nuevamente una vuelta y media para alargar la varilla, inserte el pasador y asegúrelo. Esto evitará que la bomba golpee la parte superior en su recorrido completo.

Este ajuste debe ser llevado a cabo muy cuidadosamente, de otra manera la bomba se arruinaría durante el primer ensayo de operación. Podría ser también necesario instalar u-

na o dos varillas guías, si la varilla es más larga de 10 pies. Estas varillas deberían ser ajustadas después de haberse puesto en el sitio. Véa la Fig. 12., y además debe tocar la varilla de la bomba cuando esté estacionaria.

SELECCION DEL DIAMETRO Y EL RECORRIDO DE LA BOMBA

En la gráfica No. 1, seleccione la cabeza de agua contra la cual se va a bombear. Esta es la distancia vertical entre el nivel del agua en el pozo y la salida al tanque de almacenamiento. La gráfica se corrigió teniendo en cuenta la cabeza dinámica la cual incluye la fricción en la tubería y las válvulas. De la cabeza de agua en la escala de la izquierda trace una línea horizontal que intersecte la curva de velocidad de viento adecuada y trace una línea vertical por este punto. Esto intersectará una de las cuatro líneas rectas marcadas: Bomba 1, 2, 3, y 4. Cada una es para una bomba de un diámetro dado y dá sobre la escala de la márgen derecha el recorrido adecuado para esa bomba en particular y su combinación de cabeza.

Ej: (Siga la línea punteada en la gráfica)

Cabeza de 15 pies, velocidad del viento 10 millas por hora.

Trace una línea horizontal a una cabeza de 15 pies.

En la intersección con la curva de 10 millas por hora trace una línea vertical.

Intersecte la línea recta de la Bomba 2.

Desde este punto trace una línea horizontal hacia la escala de recorrido de la márgen derecha.

Esto da un recorrido de 0.56".

La bomba debe operar con éste recorrido para dar la mejor eficiencia al rotor. Para obtener éste recorrido del balancín, proceda como sigue: Las relaciones de recorrido y distancia del pivote son iguales.

Por lo tanto : $0.4375:6 = 0.56:x$

$$x = \frac{6 \times 0.56}{0.4375} = 7.7$$

El brazo horizontal del balancín tendrá que tener 7.7" de largo para dar a la bomba un recorrido de 0.56" (Ver Fig. 9).

La escala inferior de la gráfica No.1, dá el volumen real en pulgadas cúbicas por recorrido bombeado a varias velocidades de viento.

Esto hace posible determinar el tamaño y recorrido de cualquier otra bomba disponible, tal como una bomba de pistón.

Halle la cabeza contra la cual se va a bombear y la velocidad del viento como antes, trace una línea vertical desde este punto a la escala inferior y léa el volumen por recorrido. Divida éste volumen por el área del pistón y ésto dará el recorrido requerido.

Si por ejemplo, una bomba de pistón de 2" de diámetro estuviera disponible y la cabeza fuera nuevamente de 15 pies y la velocidad del viento de 19 millas por hora continúe

la línea vertical intermitente en la escala de base se lee 13.3" cúbicas de recorrido. 13.3 dividido por 3.14 (área del pistón), da el recorrido de 4.23".

Para obtener el recorrido de 4.23" con el balancín sería aconsejable alterar la excentricidad y así poder obtener una relación adecuada para el balancín. Si la excentricidad se hace de 1/2", entonces el recorrido de la varilla conectora será de 1" y esto dejaría una relación de 1:4.23 en el balancín el cual podría dividirse entre un brazo de palanca vertical de digamos 2-1/2" y uno horizontal de 10.58". La forma del balancín debe diseñarse para que se pueda conformar a éstas medidas.

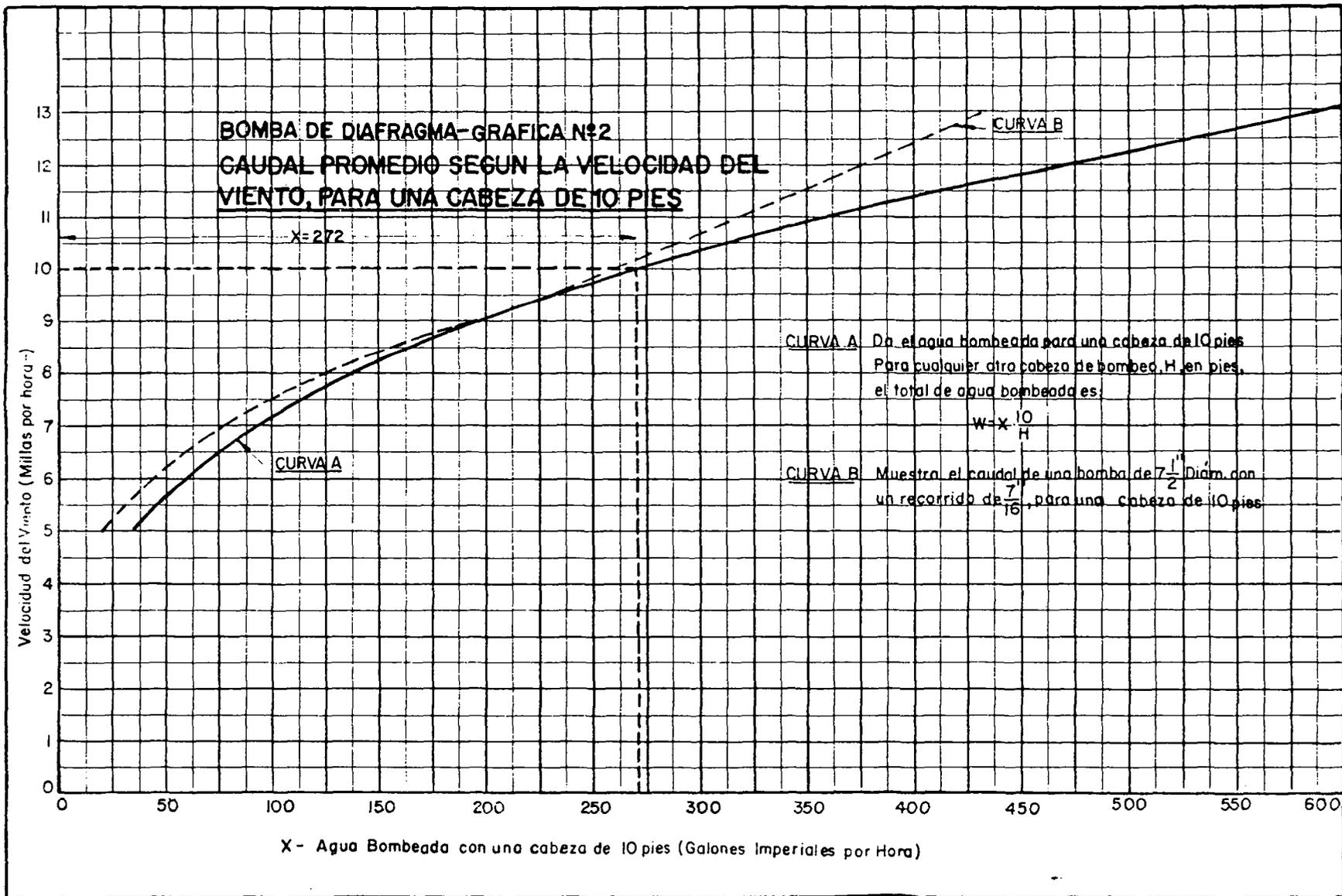
Si se usa una bomba de pistón para este propósito, debe ser de acción simple montada por debajo del nivel del agua y operada de manera que la varilla de la bomba esté solo en tensión. Esto asegurará el que no haya problemas debido al pandeo de la varilla de la bomba y la biela en el primer ensayo.

ESTIMATIVO DEL CAUDAL DE LA BOMBA

La Gráfica No.2, curva A, da el caudal de la bomba según la velocidad del viento a la rata seleccionada para el sitio en cuestión cuando se bombea contra una cabeza de 10 pies. El caudal a la velocidad promedio del viento cuando la bomba trabaja contra una cabeza diferente de 10 pies puede ser calculada de la curva A, mediante una proporción sencilla. Por ejemplo, la bomba que ha sido ya seleccionada en la gráfica No.1 para bombear más eficientemente contra una cabeza de 15 pies a una velocidad de viento de 10 millas por hora entregará un caudal a esa velocidad de:

$$W = 272 \times \frac{10}{15} = 181 \text{ galones imperiales por hora}$$

Debe notarse que, a velocidades del viento diferentes a la rata definida, la bomba dará



un caudal menor que el que se lee de la curva A de la gráfica No. 2, puesto que no estará operando en su punto de mayor eficiencia. Por ejemplo, la operación de una bomba en particular está indicada por la curva B en la gráfica No.2 la cual se refiere a una bomba con un diámetro de 7-1/4" y un recorrido de 7/16". El recorrido ha sido seleccionado para dar un rendimiento óptimo a una velocidad de 9.2 millas por hora, y la curva B coincide con la curva A a esa velocidad. Sin embargo a medida que la velocidad del viento aumenta o disminuye progresivamente más allá de la velocidad promedio del viento seleccionado de 9.2 millas por hora, el rendimiento relativo de la bomba se cae y el caudal entregado real, leído en la curva B, se vuelve una fracción progresivamente más pequeña del caudal máximo leído de la curva A.

BOMBEO A CABEZAS DE MAS DE 30 PIES

En esta publicación se ha dado consideración a una bomba de muy bajo costo y a la forma más simple de sistemas de transmisión de potencia. El equipo descrito anteriormente ha sido probado, bombeando contra cabezas de hasta 30 pies. Sin embargo aunque es frecuentemente necesario bombear agua a alturas más altas de 30 pies, debe hacerse énfasis en que a mayores cabezas y mayor velocidad de viento, los esfuerzos en la bomba y la transmisión aumentan considerablemente y el sistema total debe ser más sofisticado y fuerte, por lo tanto más costoso. Habrá un punto en el cual la simplicidad y lo económico del rotor será anulado por el costo aumentante del propulsor y la bomba. Hasta la fecha no se han hecho experimentos en ésta dirección, pero existen propuestas para llevarlas a cabo en un futuro próximo.

Hasta que éstos resultados puedan ser obtenidos, el fabricante adaptará el sistema presente de acuerdo a las diferentes condiciones y requerimientos, teniendo en cuenta que el sis-

tema aquí descrito es aplicable solo a velocidades de viento y cabezas moderadas ya definidas en esta publicación.

COSTOS Y MATERIALES

Es muy difícil definir el costo actual de un proyecto como éste en dólares y centavos. Como cualquier proyecto de "Hágalo usted mismo", la mayor parte del trabajo es la mano de obra, la cual se supone gratuita. El costo mismo de los materiales puede variar considerablemente, si se tiene en cuenta la habilidad, paciencia y recursos del fabricante.

En el modelo descrito en ésta publicación, solamente las balineras, la madera para el marco y la madera contrachapada para el rotor fueron compradas nuevas. Todos los demás materiales fueron encontrados cerca del lugar. El cuarto del garaje, o un taller pequeño es frecuentemente un buen sitio para buscar cosas como pedazos de tubería, ángulos de hierro, pernos, tuercas, etc. Si no se tiene equipo de soldadura a la mano, todas las piezas que necesiten ser soldadas deben ser preparadas cuidadosamente y unidas con alambre para llevarlas al sitio más cercano del lugar para hacerlas soldar. Si se tiene preparado todo de antemano, el trabajo de soldadura no llevará mas de una hora. Las únicas partes que requieren maquinado son los adaptadores para el eje, la excéntrica del rotor, las bridas y los discos para el diafragma de la bomba. El resto del trabajo solo requiere el uso de un taladro.

Finalmente, para darles una idea rápida del costo, a continuación daremos el valor del material comprado en Barbados.

COSTO EN DOLARES FUE:

2	tambores en buenas condiciones	2.50
2	balineras autoalineantes con brida	14.00
36	pies de madera de 2 x 4"	7.50
1	lámina de triplex de 4 por 8 pies	12.50
80	pies de alambre de acero galvanizado de 1/8"	0.30
6	torniquetes de 1/4" por 4"	3.80
7	pies de tubería para agua de 1"-1/4" de diámetro interior para el eje del rotor	2.70
1	balinera de 1/2" de diámetro	1.60
15	pies de tubería plástica	4.10
	tornillos, tuercas, arandelas	<u>2.00</u>
	Total en US\$	<u><u>51.00</u></u>

NOTAS TECNICAS SOBRE EL DIAFRAGMA DE LA BOMBA

1. El diafragma debe ser de caucho suficientemente grueso.
 - los neumáticos de los camiones pesados o de los tractores son excelentes para éste propósito.
 - neumáticos demasiado delgados o flexibles no son apropiados debido a que, bajo una gran cabeza las deformaciones del diafragma tienden a anular el desplazamiento completo del diafragma.
2. Puede ser necesario incrementar el recorrido a una o dos pulgadas dependiendo de la flexibilidad del neumático. Para lograr éste aumento es necesario ampliar el espacio libre entre los discos y el cuerpo de la bomba.
3. Se probó que en condiciones particulares es necesario realizar varios experimentos para determinar la mejor localización de la bomba relativa tanto al manantial como al sitio donde se requiere descargar el agua. Este tipo de bomba es más eficiente cuando está sumergida. Bajo estas condiciones, la cabeza de presión se vuelve mayor y la deformación del diafragma llega a ser significativo. En nuestra bomba de 4"-1/2", una cabeza de succión, de aproximadamente 6 a 8 pies con una cabeza de presión de 8 a 10 pies se considera que son las condiciones límites.
4. La varilla de la bomba y la biela deben ser firmes y estar bien ajustadas. Cualquier juego en ellas le mermará a la longitud del recorrido.

NOTA GENERAL

Esta publicación sirve solo como una guía en la fabricación de éste tipo de molino de viento . Obviamente es necesario hacer uso juicioso de éstas sugerencias, sobretodo en situaciones específicas.

La unidad descrita en ésta publicación no debe dejarse operando a altas velocidades de viento. Para detenerla cuando no se necesite, se le debe acondicionar un freno sencillo. Este puede ser en forma de abrazadera sobre el eje de transmisión, o simplemente, un brazo de palanca de pasador en la placa de la base del rotor.

MOLINO CARIMAGUA

Cada año se presenta una tragedia en los Llanos Orientales de Colombia cuando se mueren miles de vacas por falta de agua. En Casanare las distancias entre los ríos y caños (que son las únicas fuentes de agua durante el verano) son largas y el ganado se ve obligado a mantenerse cerca al agua, y por lo tanto se acaban los pastos aledaños al agua, o a caminar distancias demasiado grandes. En Meta y Vichada, los caños y ríos veraneros son mucho más abundantes pero a medida que el agua baja se aumenta el riesgo de que el ganado (especialmente las vacas viejas) se entierren en busca de agua y si no lo sacan dentro de pocas horas de haberse enterrado, se muere.

La tragedia descrita parece absurda al darse cuenta que en todas estas regiones existe agua subterránea abundante a muy pocos metros de profundidad.

El ICA y el CIAT en su preocupación por encontrar una solución económica al problema de agua han instalado un molino experimental en Carimagua que parece muy promisorio. El molino representa una modificación de un diseño realizado, probado y publicado por la "Brace Research Station" en Barbados. El diseño fue basado en un rotor inventado por el finlandés Savonius en 1925.

El Molino es de construcción muy sencilla, bajo costo y fácil mantenimiento. Se ha estimado que el costo de materiales, incluyendo trabajos de taller que no serían factibles en el campo sería de aproximadamente \$2.500 (pesos colombianos equivalentes a \$125.00 U.S.) El costo está basado en un pozo de 9 metros de profundidad, con anillo de boca y tapa en concreto reforzado y en una torre de 8 metros hecha de madera rolliza en forma de trípode con bases de concreto.

En la zona de Carimagua se ha estimado el costo del molino, hecho por contrato e incluyendo el molino, la excavación del pozo, hechura del anillo y la tapa en concreto y la torre en madera rolliza cortada en la finca en \$4.500 (\$225.00 U.S.)

No existen datos concretos sobre rendimiento. Se midió en forma bastante rústica un rendimiento de aproximadamente 500 galones/hora cuando el nivel del agua estaba a 8 metros, con un cilindro de molino de 3" y una brisa estimada de 6-8 km/hora. La carrera del pistón era de 2cm ±. Se puede variar la carrera del pistón fácilmente según la estación. En época de verano cuando hay mucha brisa, parece indicado aumentar la carrera y así reducir la velocidad del rotor. En cambio, en época de invierno, es conveniente reducir la carrera, para que el molino comience a bombear con una brisa mínima.

INFORMACION SOBRE LA TRAYECTORIA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACION "BRACE"

El Instituto de Investigación "Brace" de la Universidad de "McGill" fue fundado en 1959, para desarrollar equipos y técnicas para hacer que los terrenos secos estén disponibles y sean económicamente útiles para propósitos agrícolas. El Instituto se ha concentrado en los problemas que afectan los individuos o las pequeñas localidades en áreas rurales y es una de las pocas Organizaciones con éste objetivo básico en mira.

En general, el equipo desarrollado por éste Instituto utiliza tantos recursos locales como sea posible; ya sean humanos, de energía o materiales; de tal manera que la tecnología pueda ser fácilmente adaptada al medio ambiente local. Como resultado, el Instituto se ha concentrado en utilizar la energía solar y de los vientos como también sistemas simples de desalinización concentrados específicamente en los problemas que enfrentan las poblaciones rurales aisladas en las zonas áridas en vía de desarrollo.

En la actualidad hay disponibles manuales de instrucción que explican el uso de la energía solar en:

1. Calentamiento de agua para uso doméstico y comercial.
2. Cocinar comida
3. Secar el producto agrícola
4. Desalinizar el agua para consumo humano, animal y agrícola.

La adaptación de invernaderos simples combinados con sistemas de desalinización solar para producción de comida y agua en las zonas áridas también se está llevando a cabo.

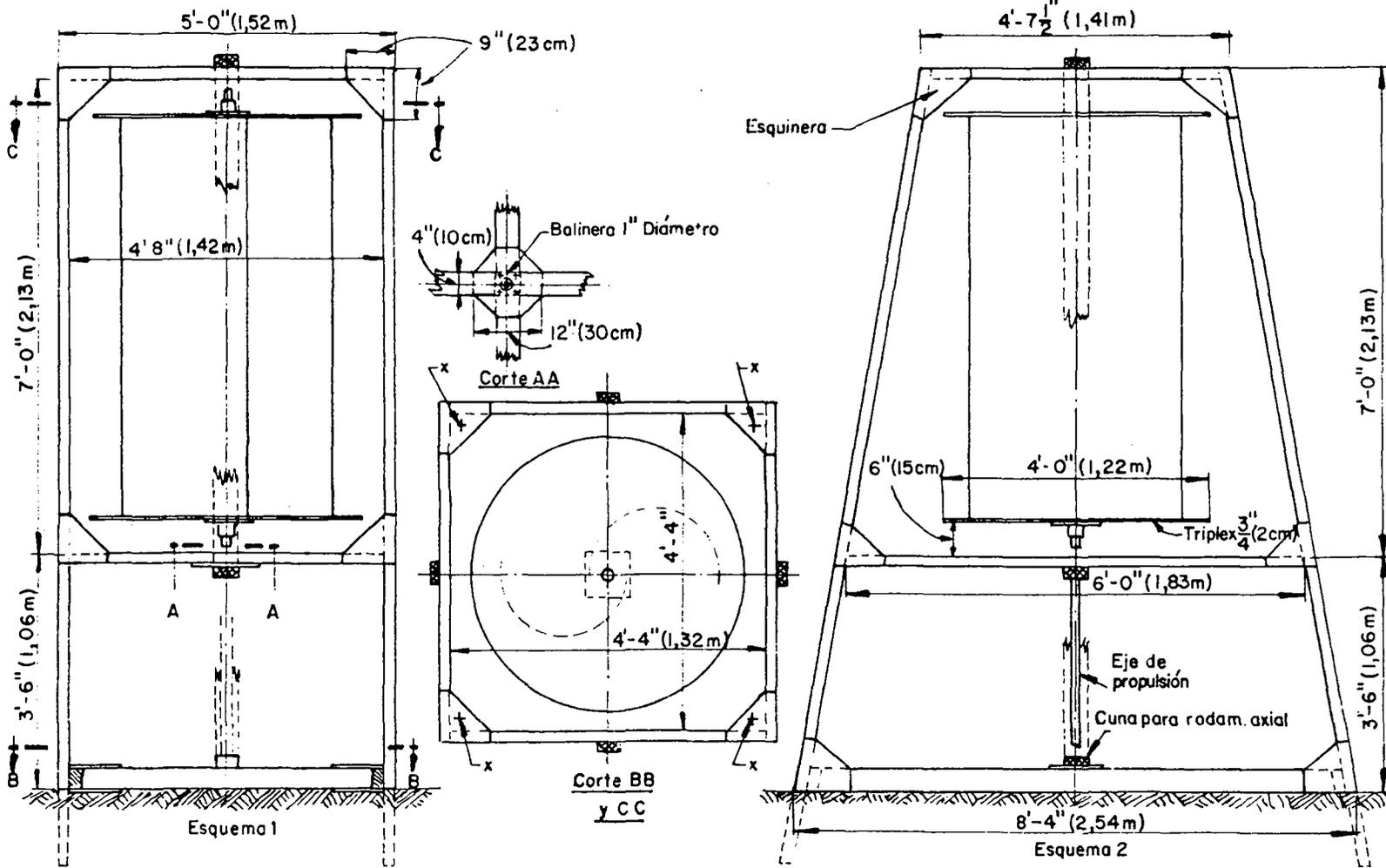
Además se han desarrollado molinos de viento sencillos para la generación de electricidad y bombeo de agua.

El Instituto cuenta con dos secciones - Una para la investigación básica de estanques solares, motores solares, sistemas cólicos de generación de energía eléctrica, molinos de viento para bombeo de agua, y tecnología de biogas. La otra sección está en el campo de operaciones, ha desarrollado equipos en las áreas de interés mencionadas anteriormente, ha emprendido numerosos estudios en zonas en vía de desarrollo y preparado manuales técnicos y científicos sobre una gran variedad de tópicos en éstos campos.

El Instituto es uno de los centros más antiguos de desarrollo de Tecnología Apropriada. Ha preparado un Manual sobre "Tecnología Apropriada" y tiene facilidades de Biblioteca excelentes sobre energía renovable, desalinización, suministro de agua, agricultura de invernaderos, y Tecnología Apropriada.

Para mayor información dirigirse a:

BRACE RESEARCH INSTITUTE
Macdonald College of McGill University
Ste. Anne de Bellvue
PQ., Canada HOA 1CO



- Toda la estructura en madera de 4"x2" (10x5 cm)
- Esquineras de acero de $\frac{1}{8}$ " En ambos lados de la junta.
- Todas las uniones deben ser atornilladas. Los puntos "X" deben estar cargados con pesas de 120 lb (60Kg) para mantener la estabilidad.

SENA

Subdirección General de Investigación y Desarrollo
 División de Desarrollo Tecnológico