

CAPITULO V

ESTRUCTURAS PARA SECADO Y ALMACENAMIENTO DE GRANOS A NIVEL RURAL

En las pequeñas y medianas fincas o explotaciones agrícolas, uno de los métodos más utilizados para secar los granos, es dejar que este secado ocurra en la propia planta.

Algunos agricultores secan el grano en patios, ya sean de tierra apisonada, ladrillo o cemento, exponiendo el producto directamente a los rayos solares.

Sin embargo pueden aprovecharse más técnicamente las condiciones del aire como son:

- La temperatura
- La humedad relativa
- La velocidad de los vientos

Dichas condiciones, pueden acelerar el proceso de secado de los granos. Lo anterior puede complementarse con una fuente de calor y un ventilador, permitiendo que se reduzca considerablemente el tiempo de secado, garantizando de esta manera la calidad del grano.

Antes de presentar cada uno de los sistemas más apropiados, para atender las necesidades de secado de los granos producidos en una finca, se indicarán cuáles son los elementos básicos de un sistema de secado.

5.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE SECADO

Un sistema de secado, sea estático (en donde el grano permanece quieto durante el secado) o dinámico (en donde el grano se mueve cuando se están secando), está constituido por los siguientes elementos básicos (ver figura 5.1)

- La fuente de calor
- El ventilador
- El recipiente para colocar los granos, o secador propiamente dicho.

En la Tabla 5.1 se muestran los rendimientos y presiones alcanzadas por los diferentes tipos de ventiladores utilizados en el secado de granos. Los ventiladores o abanicos más usados para instalaciones pequeñas son los centrífugos

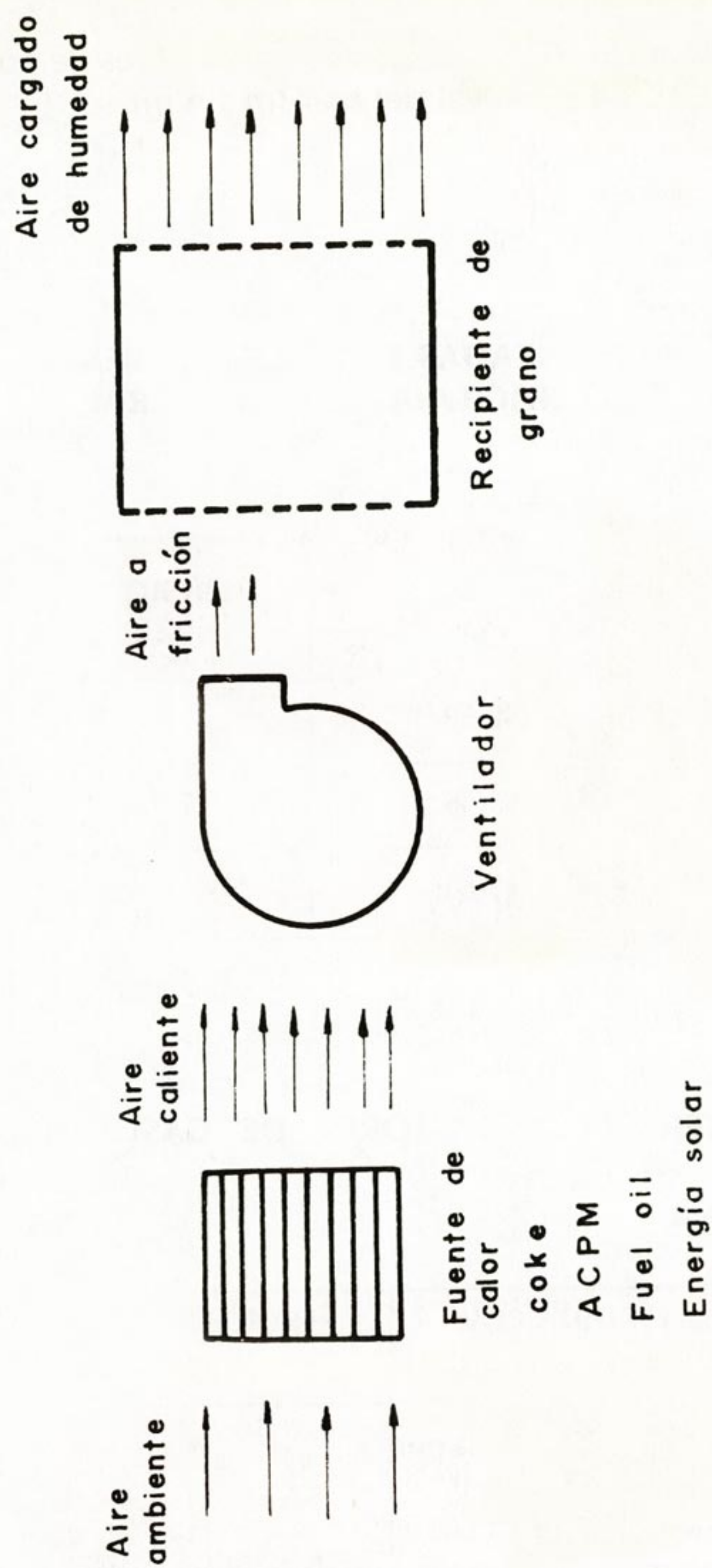


FIG. 5.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE SECADO.

En la Tabla 5.2 se muestra la pérdida de potencia de los motores de gasolina y diesel.

En la Tabla 5.3 se indica la pérdida, en porcentaje, de los motores de combustión, trabajando a 1100 y 2500 metros sobre el nivel del mar (m s n m).

TABLA 5.1

RENDIMIENTOS Y PRESIONES ALCANZADAS POR LOS DIFERENTES TIPOS DE VENTILADORES USADOS EN EL ACONDICIONAMIENTO DE GRANOS.

VENTILADOR TIPO	EFICIENCIA (%)	PRESIONES MM C.A.
Helicoidad	40-50	10-15
Flujo-Axial	65-85	70-200
Centrífugo	40-80	600

TABLA 5.2 PERDIDA DE POTENCIA DE MOTORES DE GASOLINA Y DIESEL (A.C.P.M.)

MOTOR	PERDIDA POR ALTITUD M S N M	PERDIDA POR TEMPERATURA
Gasolina	1% de la potencia por cada 100 m s n m después de los 1.000 m sn m	1% de la potencia por cada 5°C después de 15° C.
Diesel	1% de la potencia por cada 100 m s n m después de los 300 m s n m.	

TABLA 5.3 PERDIDA DE POTENCIA DE MOTORES DE COMBUSTION, TRABAJANDO A LOS 1.100 Y 2500 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR (MSNM).

ALTITUD M S N M	TEMPE- RATURA PROME- DIO (°C)	PERDIDA POR ALTI- TUD (%) GASOLINA	PERDIDA POR ALTI- TUD DIE- SEL A.C. P.M.	PERDIDA TEMPERAT. (%)
0	28	0	0	2.6
1.100	20	1	8	1
2.500	14	15	22	0

5.2 ESTRUCTURAS PARA SECADO

5.2.1. SILO METALICO

Es un cilindro construido en lámina de hierro galvanizado, el cual está dotado de una compuerta de cargue o llenado en la parte superior y de vaciado o descargue en la parte inferior.

En la parte superior y en la tapa del silo debe dejarse un orificio, a manera de chimenea, con el fin de permitir la salida del aire húmedo.

Posee un piso falso sobre el cual va colocado una lámina de hierro galvanizado perforada con orificios menores que el tamaño del grano, a través de los cuales fluye el aire que atraviesa a la masa del grano que contiene el silo.

5.2.1.1. Instalación

Se debe seleccionar un lugar seco para la instalación de la estructura o silo, el cual se debe colocar sobre una placa (plancha) de concreto que garantice su estabilidad y evite la corrosión de la base.

TABLA 5.4

Alternativas de silo metálico, para secado de arroz y de maiz, utilizando un quemador de coke, con temperatura de aire de secado de 40°C. Si se utiliza motor a A.C.P.M., se debe incrementar la potencia en un 30%.

Producto	Diámetro del silo (m)	Altura Total silo (m)	Altura de la capa de grano (m)	Capacidad Kg	Presión m.m. C.A	Caudal de aire m3/min	Potencia HP
Arroz	1.50	1.80	1.00	1.000	20.0	16.0	1/2
	2.35	2.00	1.20	3.070	37.0	56.0	1 1/4
	3.70	2.00	1.60	10.050	50.0	163.0	4.0
Maiz	1.50	1.80	1.00	1.240	10.0	20.0	1/4
	2.35	2.00	1.20	3.650	15.0	66.0	1
	3.70	2.20	1.60	12.040	25.0	180.0	2 3/4

NOTA: Si en lugar de quemador se utiliza un colector solar, es recomendable colocar un ventilador que mueva un mayor volumen de aire.

Cuando se tienen varios productos para secar, se debe tener en cuenta el grano que exija el ventilador de mayor potencia.

5.2.1.2 Silo Metálico - Colector Solar

En regiones secas, cuya humedad relativa sea inferior al 70%, se puede utilizar, en lugar de quemador un colector solar plano, construido con cubierta de plástico y lecho de piedra de río, pintada de negro.

Esto reduce el costo del sistema de secado, pero el proceso de secado es más demorado.

Los costos de la instalación son los siguientes: (todos los costos de los materiales, son a Dic. /84)

1. Costos fijos	\$105.050
2. Ventilador	35.000
3. Motor de 2.5 H.P.	45.000
4. Colector solar	20.000
Total	\$205.050

El colector solar para su construcción, depende de la disponibilidad de los materiales que pueden encontrarse en la propia finca.

El colector solar, como el que se muestra en la figura 5.4 tiene 25 metros de largo por 4 metros de ancho. Está conformado por un lecho de piedra de río (Se recomienda pintarlas de negro para que almacenen mejor el calor) de aproximadamente 20 cm de espesor; paredes laterales de ladrillo de 70 cm de altura. Sobre la pared se coloca una tela de alambre o anjeo, como el que se usa en los gallineros, el cual va a servir de sostén al plástico transparente de polietileno que completa el colector.

El plástico debe colocarse de tal forma que pueda recogerse fácilmente cuando el colector no esté en uso.

Se recomienda proveer el colector de un sistema de drenaje para evacuar las aguas lluvias.

La unión o conexión del colector al ventilador se hace mediante un ducto construido en mampostería, madera o cualquier otro tipo de material.

Se aconseja colocar la plataforma de concreto sobre un relleno bien compactado, preferiblemente en gravilla.

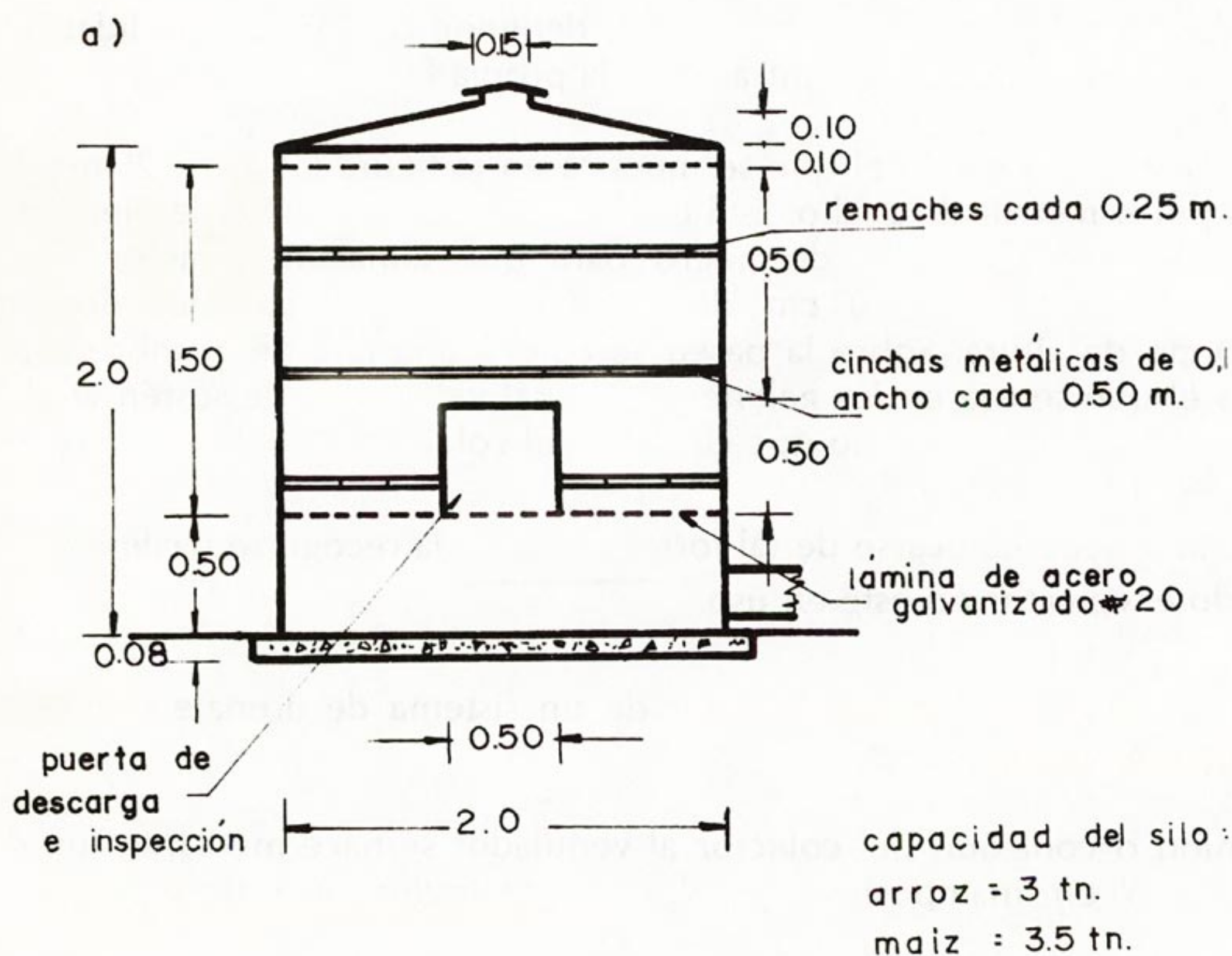
En la figura 5.2 se muestra un esquema del silo metálico indicando las diferentes secciones de la estructura.

En la figura 5.3 se muestra el conjunto quemador-ventilador silo.

Para la fijación del silo se recomienda empotrar trozos de varilla en la placa de concreto de tal manera que sobresalgan (alrededor de 0.15 m), con el objeto de soldarlos a la lámina del silo y de esta forma sostenerlo mejor.

Una vez se ha fijado la estructura, se procede a la instalación del equipo de secado (ventilador, motor, quemador) acoplando los ductos del quemador (en el caso utilizado) al ventilador y de éste al silo, procurando el mayor hermetismo, en los acoples para evitar fugas de aire.

En la tabla 5.4 se muestran diferentes alternativas de silo metálico para secado de arroz y maíz.



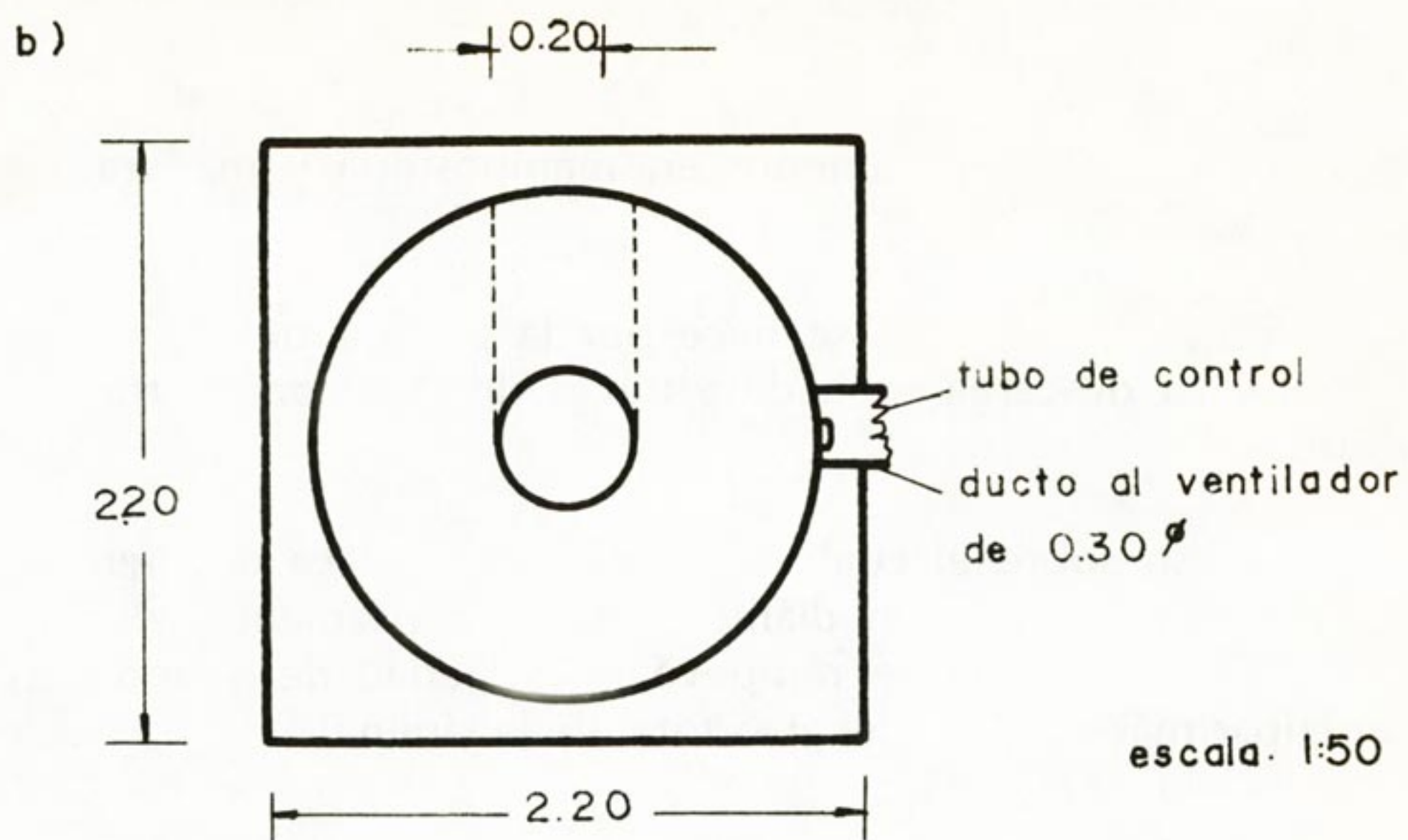


FIG. 5.2

- a) ESQUEMA DE UN SILO METALICO
INDICANDO LAS PARTES DE LA ESTRUCTURA.
b) VISTA DE TECHO DEL SILO.

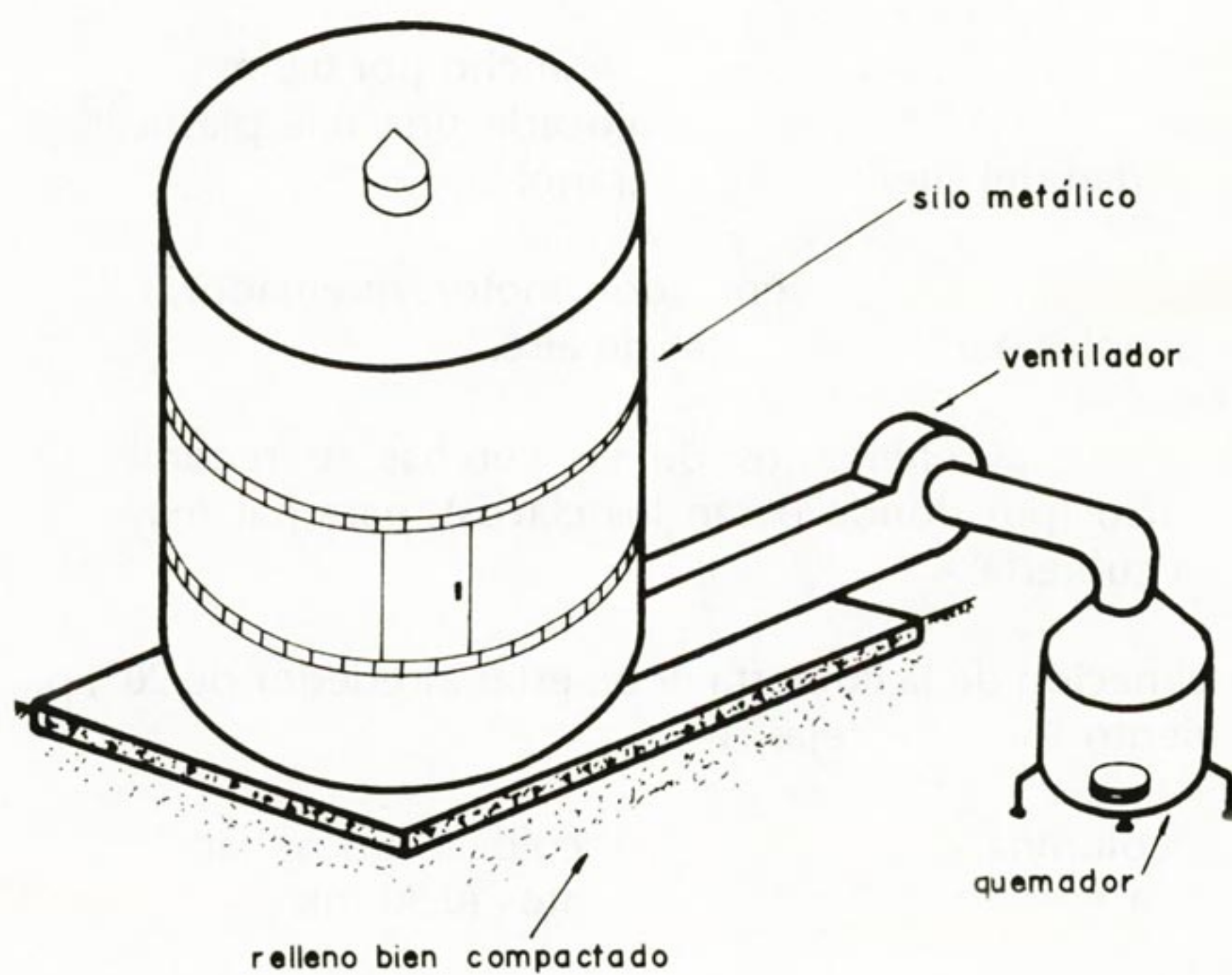


FIG. 5.3 ORDEN DE INSTALACION DEL SISTEMA
QUEMADOR-VENTILADOR-SECADOR.

5.2.2 SECADOR RURAL

Es una estructura hecha básicamente en mampostería y madera, con cubierta a dos aguas, en tejas de zinc.

Para llenar o cargar el secador, se hace por la parte superior, ya sea manual o mecánicamente. La descarga se hace a través de una compuerta ubicada en la parte inferior.

Posee un piso falso sobre el cual va colocada una placa de hierro galvanizado perforada con orificios, con un diámetro menor al tamaño del grano, a través de los cuales fluye el aire que remueve la humedad del grano (estos orificios no deben ocupar más del 30% del área total de la lámina).

5.2.2.1. Instalación

Para instalar el secador, debe buscarse un sitio seco.

El cimiento de los muros debe ser corrido en concreto ciclópeo hecho con un 50% en piedra media “zonga” y 50% en concreto simple.

La zanja de cimiento debe ser de 0.4 m de ancho por 0.6 m de profundidad. El piso debe ser en concreto y ojalá colocarle una tela plástica para evitar que suba la humedad del suelo hacia el grano.

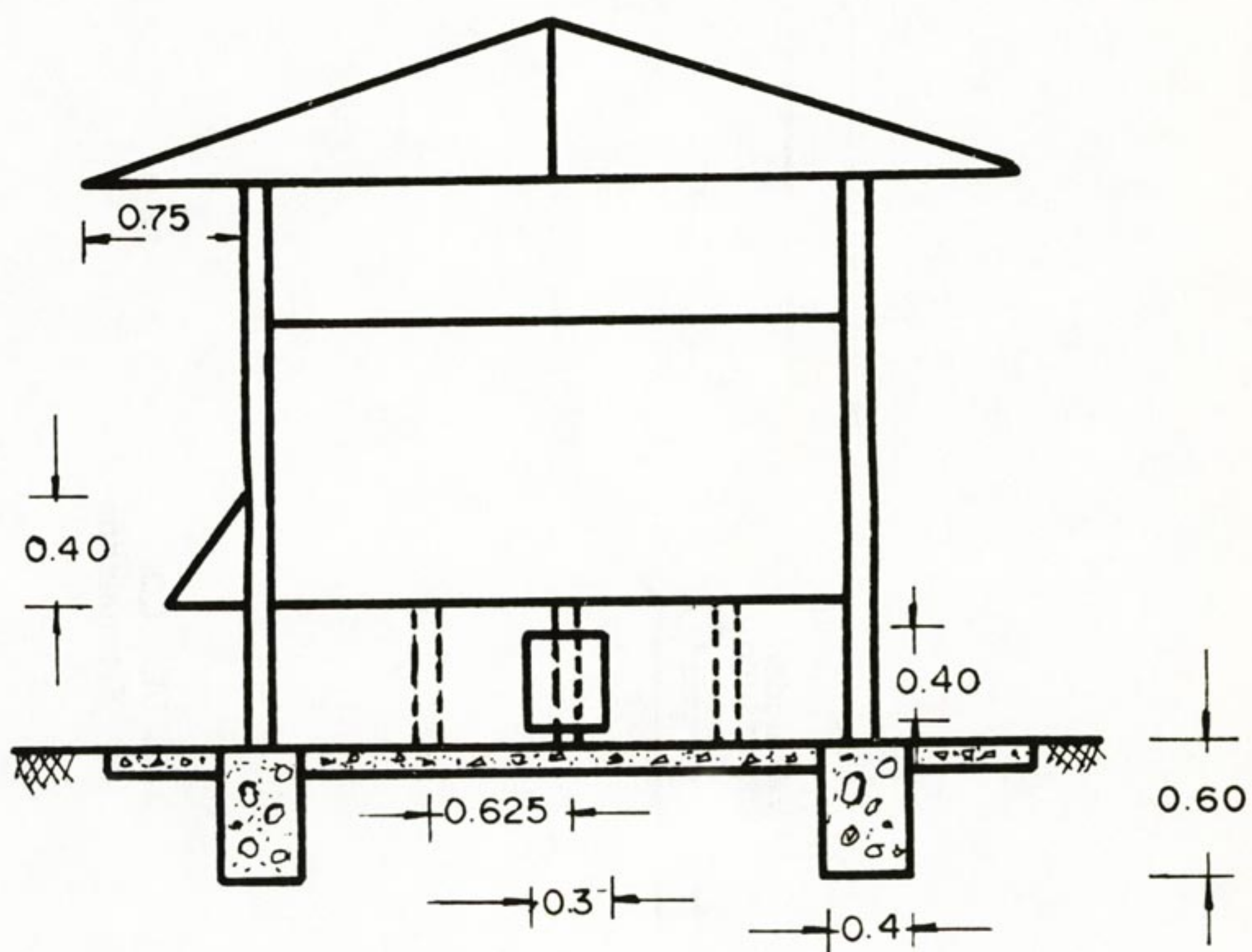
Al instalar el equipo de secado: ventilador, motor, quemador, hay que tener cuidado en los acoples para evitar fugas de aire.

Para las uniones de los elementos de las cerchas se recomienda utilizar platinas con orificio (por donde pasan los clavos), para dar mayor seguridad y estabilidad a la cubierta.

El ángulo de inclinación de la cubierta debe estar alrededor de 20°, para evitar la succión del viento sobre las tejas.

Respecto a las columnas es aconsejable colocar unos ganchos de hierro en la parte que va empotrada en los cimientos (0.30 m), para evitar el levantamiento de la estructura.

Las figuras 5.5 y 5.6 muestran la estructura del secador rural con capacidad para 7.2 toneladas de arroz, u 8 toneladas de maíz.

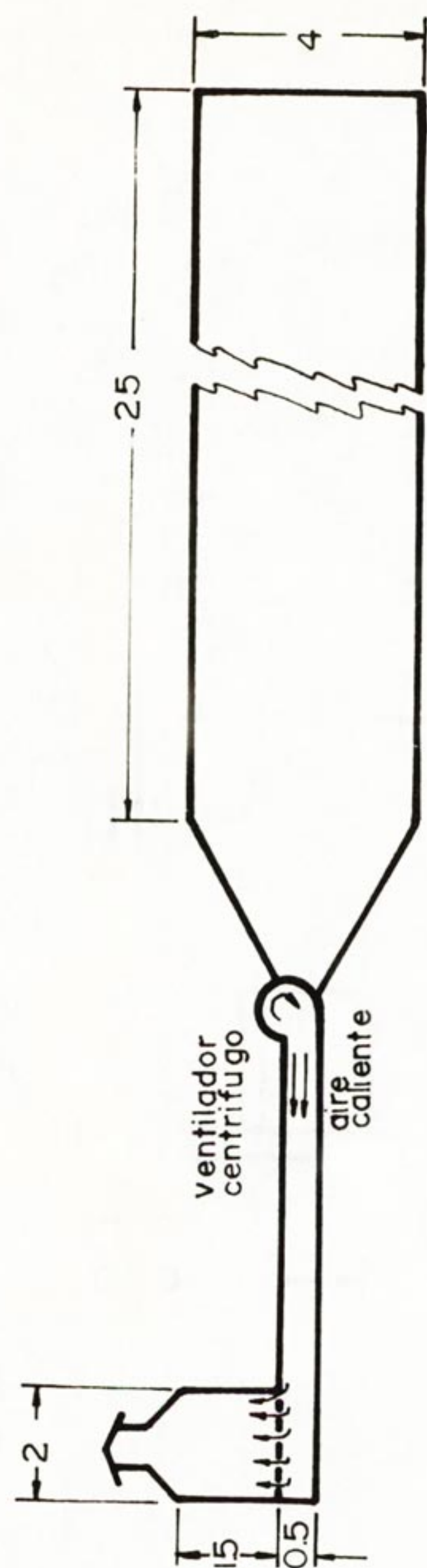


Cap: 7 tn.

Dimensiones en metros.

Esc. 1: 50

FIG. 5.5 ESTRUCTURA DEL SECADOR



medidas en metros.

FIG. 5.4 ESQUEMA DE COLECTOR SOLAR-SILO METALICO.
Capacidad: 3 toneladas de grano.

5.2.1.3 Materiales para la construcción del silo metálico y costos.
Capacidad: 3 toneladas

TIPOS DE MATERIALES	CANTIDAD	COSTO
A. Cimentación (concreto de 2.500 Psi)		
Cemento	3 bultos	1.050
gravilla	0.3 m ³ (6 carretillas)	300
arena	0.2 m ³ (4 carretillas)	200
agua	75 lt.	
	Subtotal	\$ 1.550
B. Cuerpo del Silo		
Lámina de hierro calibre 22	8 láminas	36.000
Remaches o pernos	1 caja	3.000
Soldadura de hierro	3 libras	7.500
Lámina de hierro galvanizado 20	7 láminas	28.000
	Subtotal	\$ 73.500
C. Mano de Obra	Subtotal	\$ 30.000
D. Equipo		
Ventilador centrífugo	1	30.000
Motor de 2 H.P.	1	30.000
Quemador de Coke	1	70.000
	Subtotal	\$ 130.000
	TOTAL	\$ 2.450.050.00

Precios tomados a diciembre de 1984

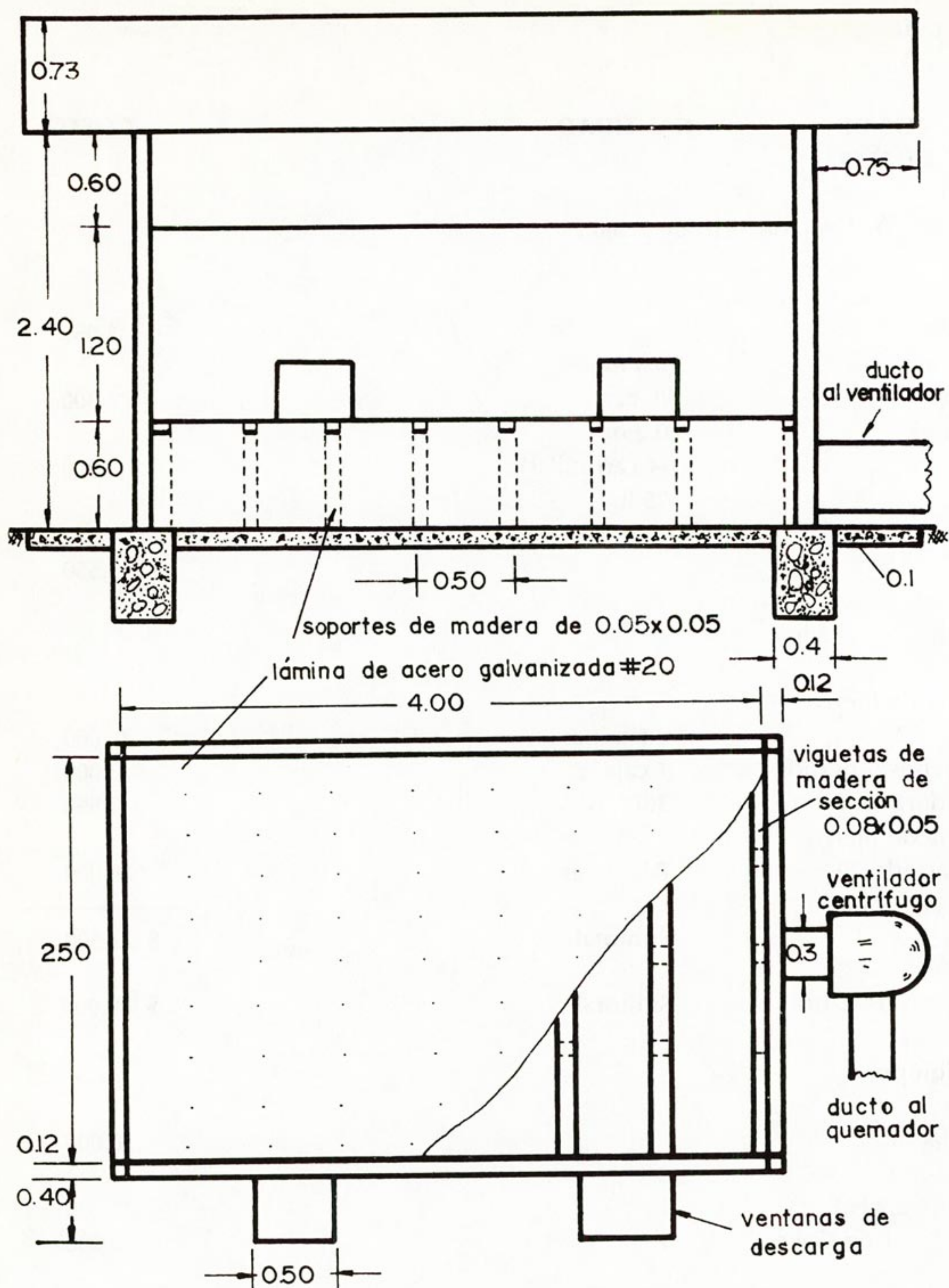


FIG. 5.6. VISTA DE TECHO Y LADO DEL SECADOR RURAL PARA 7 TONELADAS DE GRANOS.

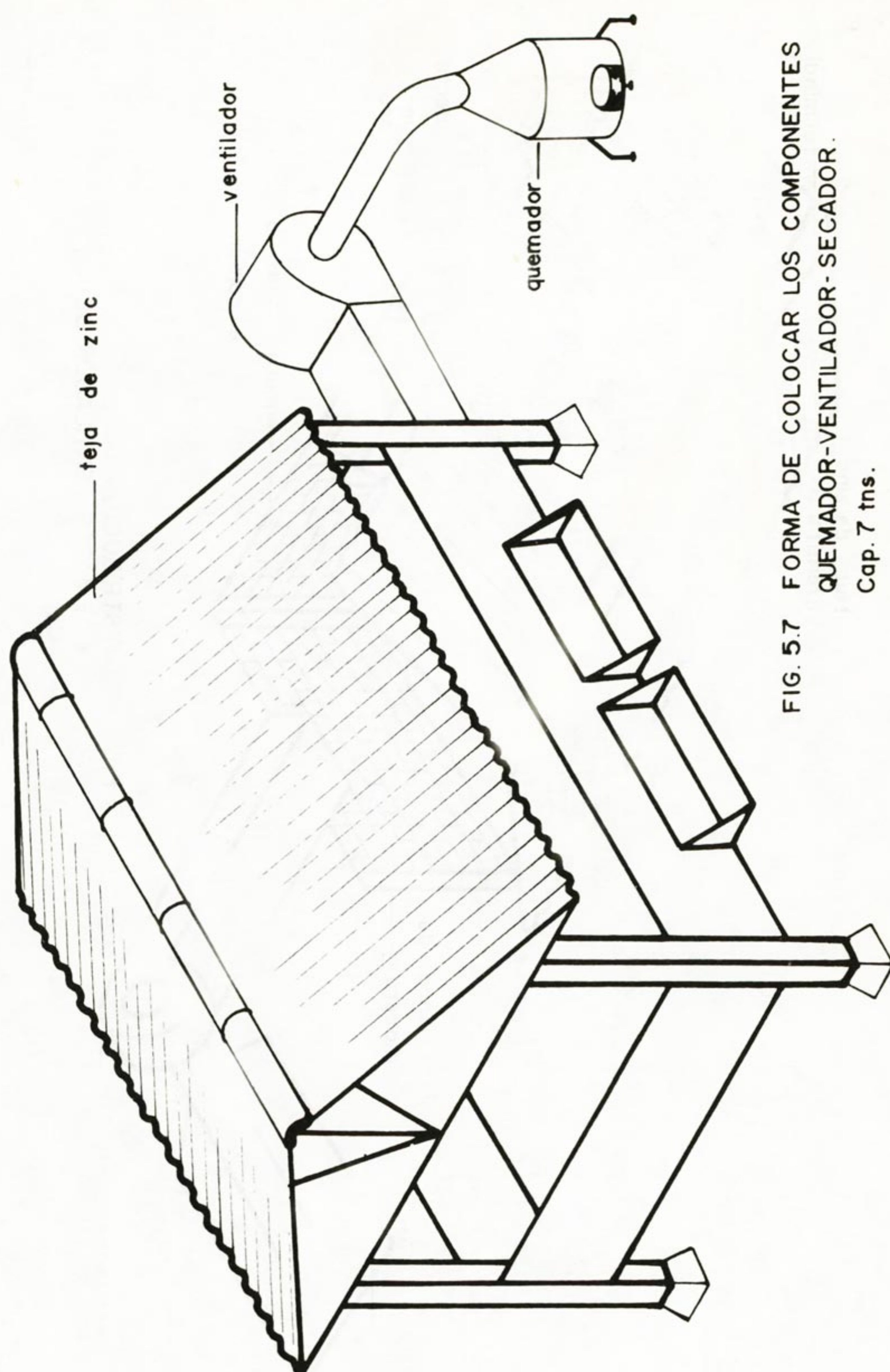


FIG. 5.7 FORMA DE COLOCAR LOS COMPONENTES
QUEMADOR-VENTILADOR-SECADOR.
Cap. 7 tns.

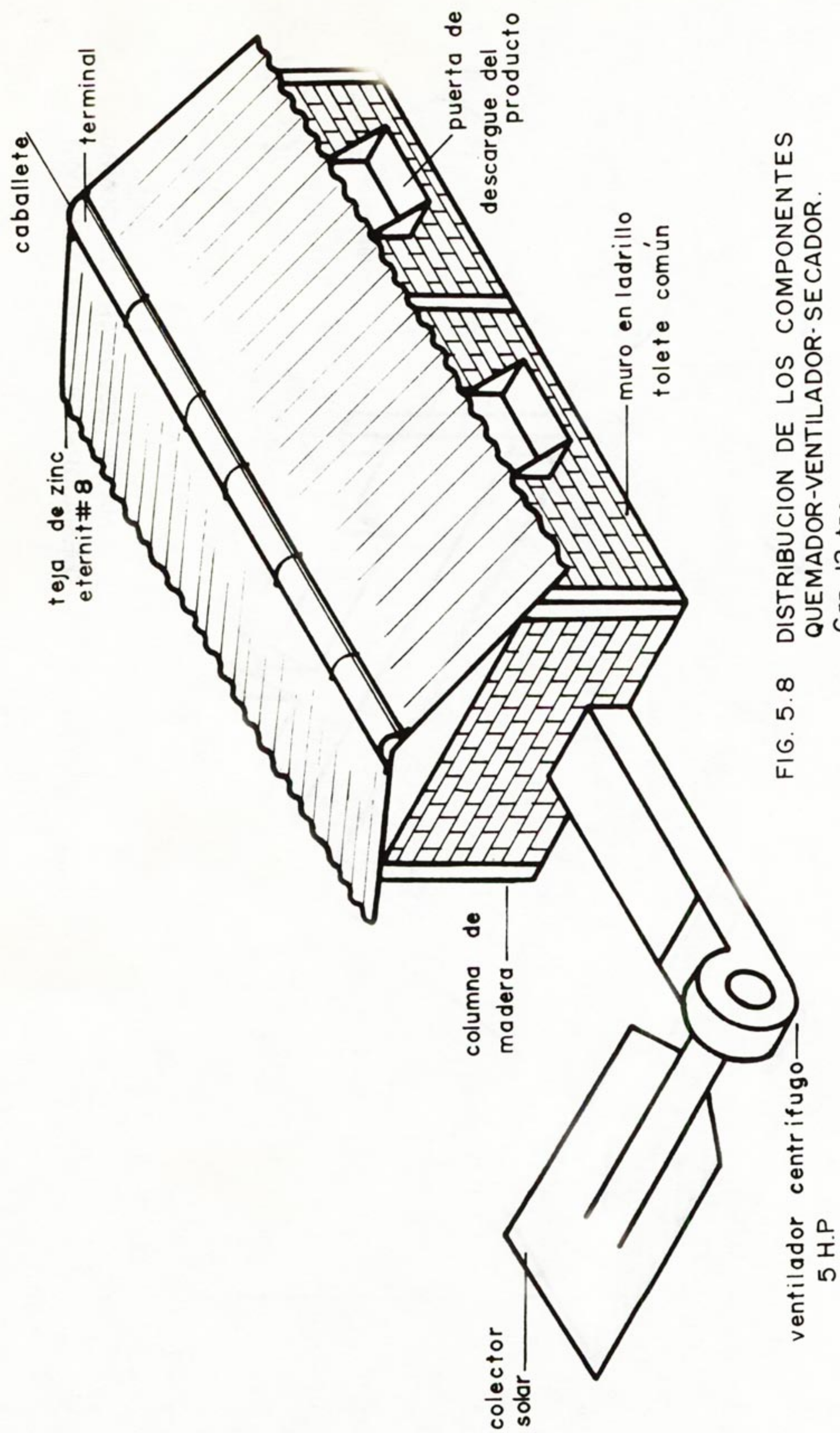
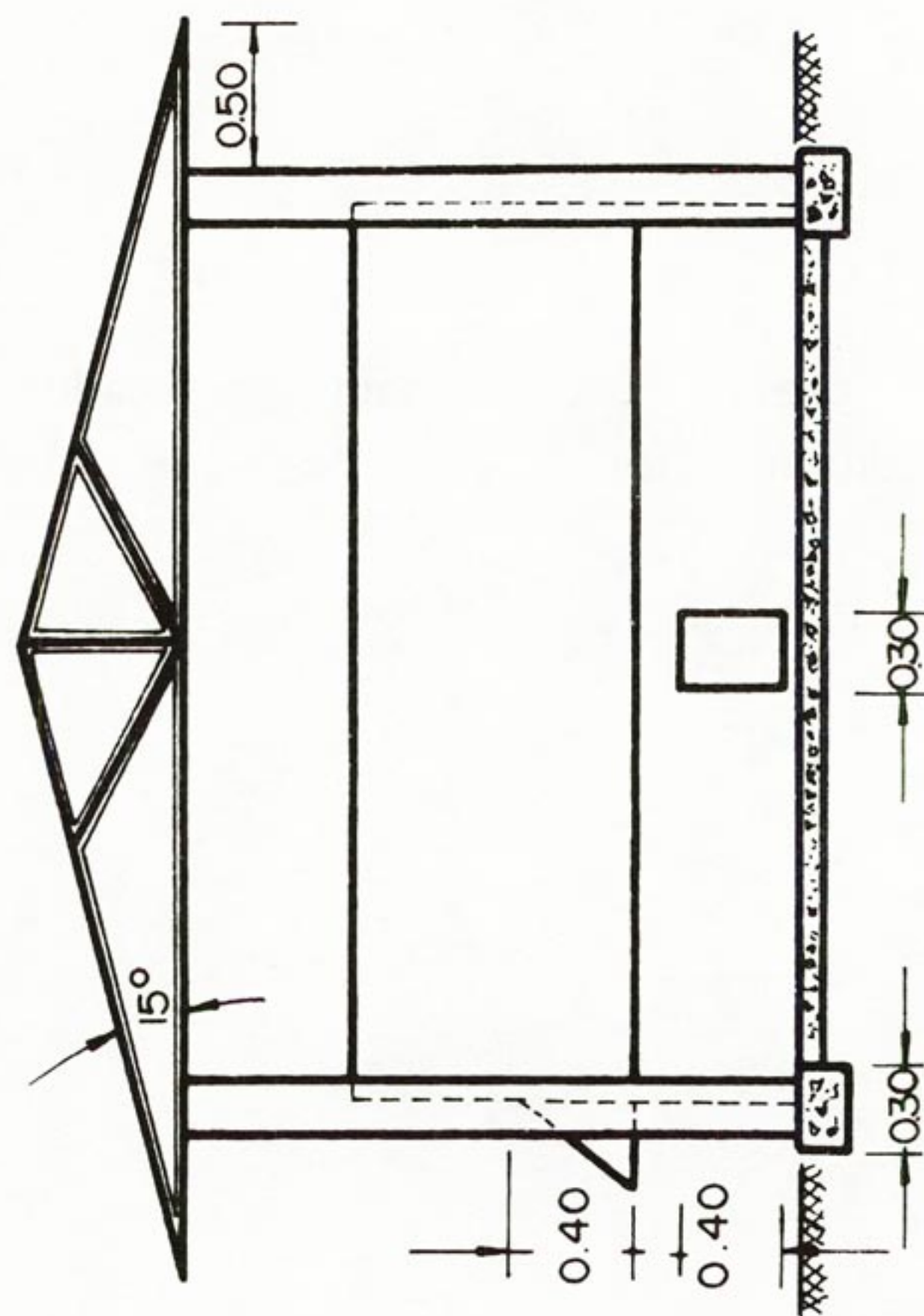


FIG. 5.8 DISTRIBUCION DE LOS COMPONENTES
QUEMADOR-VENTILADOR-SECADOR.
Cap. 12 tns.

En las figuras 5.9 y 5.9A se presenta una alternativa de secador rural para granos con una capacidad promedio de 15 toneladas.



NOTA: Para el cimiento se debe profundizar hasta 40 cms, con una relación cemento-grava 1:8

FIG. 5.9 ALTERNATIVA DE SECADOR RURAL DE GRANOS.
Capacidad: 15 tns.

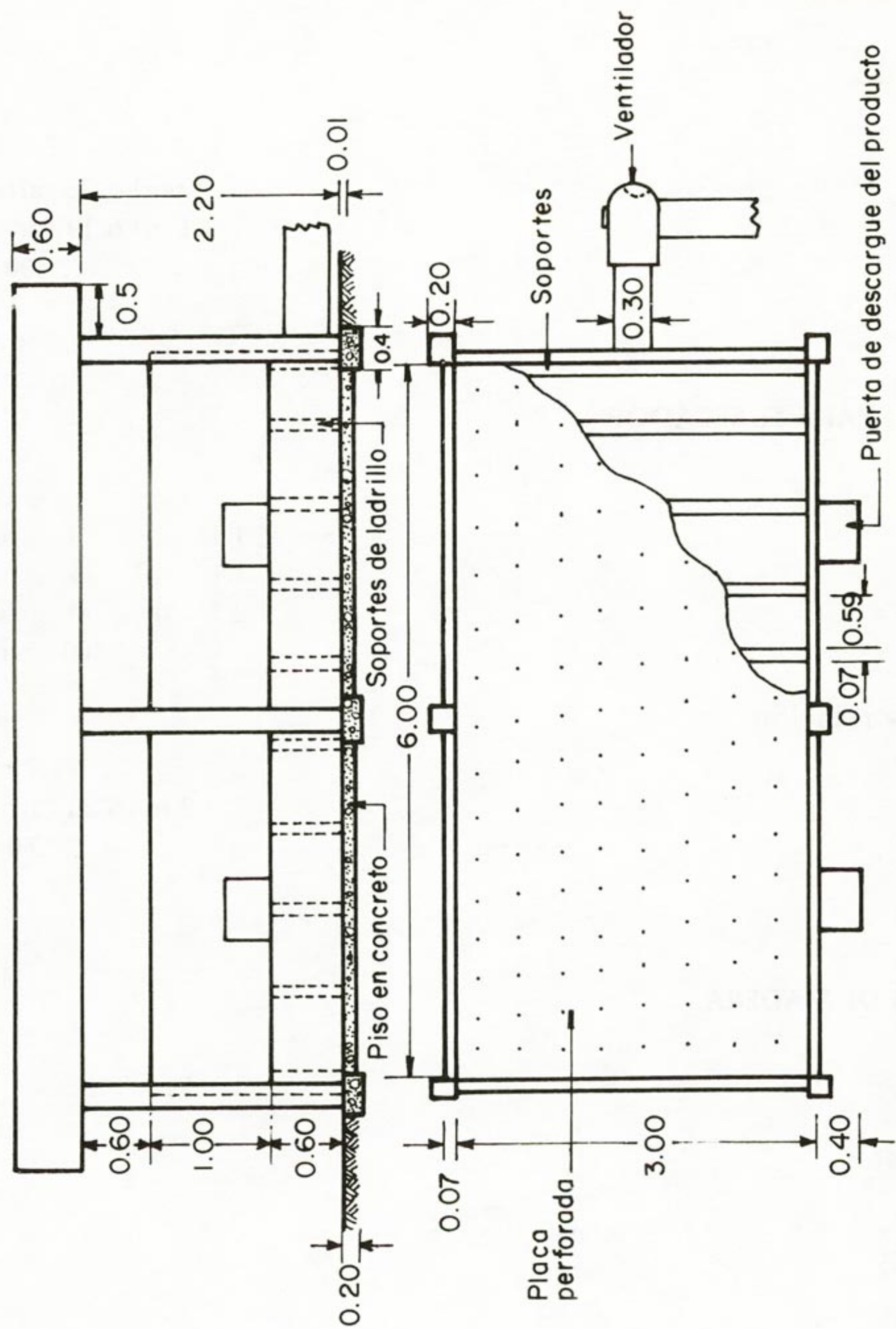


FIG. 5.9 A - ALTERNATIVA DE SECADOR RURAL DE GRANOS

Capacidad 15 toneladas.

5.2.2.2. Materiales de construcción para el secador rural con capacidad para 7 toneladas.

Piso de concreto de 0.1 m de espesor

MATERIALES

CANTIDAD

Cemento	14 bultos
Gravilla	1.6m ³ o 26 carretillas
Arena	1.1 m ³ o 19 carretillas
Agua	400 litros

CIMIENTO PARA EL SECADOR

Cemento	18 bultos
Arena	1.1/4 m ³ o 20 carretillas
Gravilla	1.1/2 m ³ o 25 carretillas
Piedra	2.1/2 m ³ o 50 carretillas
Ladrillos	1.300 unidades
Mortero - relación	1:5
Cemento	7 bultos
Arena	1.2 m ³ o 20 carretillas
Agua	250 litros

CERCHAS DE MADERA

Elementos:

4 de 0.12 x 0.05 por 2.13 m de largo
2 de 0.12 x 0.05 por 0.73 m de largo
2 de 0.12 x 0.05 por 4.00 m de largo
2 de 0.12 x 0.05 por 5.50 m de largo
7 de 0.05 x 0.05 por 5.50 m de largo
4 de 0.05 x 0.05 por 2.13 m de largo

Clavos	1 caja
--------	--------

Platinas: 10 de 0.05 m x 0.10, para asegurar las cerchas.

Columnas: 4 de 0.12 m x 0.12 x 2.70 m de largo.

PISO DEL SECADOR

Viguetas: 8 de 0.080 x 0.05 m x 2.50 m de largo

Soportes: 24 de 0.055 x 0.05 m x 0.70 m de largo

Láminas de hierro, calibre 20; con 20% de orificios de 1.00 x 2.00 m.

TECHO

Tejas de zinc: 8 de 0.8 m x 2.20 m.

EQUIPO

Ventilador centrífugo de 16"

Motor de 4 H.P.

Quemador de coke

5.2.2.3. Costo de los materiales para el secado rural de 7 toneladas

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Cemento	40 bultos	11.700
Arena 3.1/2 m ³ o	27 carretillas	2.600
Gravilla 3 m ³ o	50 carretillas	2.400
Piedra 2.1/2 m ³ o	46 carretillas	1.800
Agua	1.200 litros	
Ladrillo tolete	1.300	9.200
Lámina de hierro		
Nº 20	5	20.000
Tejas de zinc	8	3.200
Madera - diferentes elementos (repisas, cercos, etc).	varios-ver tabla ant.	3.600
Equipo		
Ventilador	1	70.000
Motor de 4 H.P.	1	50.000
Quemador de coke	1	70.000
TOTAL		\$244.500

Precios aproximados a diciembre de 1984.

5.3 ESTRUCTURAS PARA ALMACENAMIENTO DE GRANOS A NIVEL RURAL

Existen diversos sistemas y estructuras para almacenamiento de granos en finca. Desde el cuarto oscuro, sin ventilación, de piso en tierra, que no garantiza ninguna protección al grano; o el zarzo, que aunque puede ofrecer alguna protección al producto tampoco garantiza la calidad del grano, hasta los silos o estructuras modernas con controles automáticos de temperatura y humedad del producto.

Por considerarlas de interés y de fácil construcción, se describe a continuación dos tipos de estructuras utilizadas en países en desarrollo especialmente por pequeños y medianos agricultores, en sus propias fincas.

1. Troje de madera
2. Silo en malla de alambre

5.3.1 TROJE EN MADERA

Descripción

Es una estructura simple que puede ser construida en madera rústica o en guadua, se utiliza para almacenar mazorcas de maíz sin envoltura.

El maíz una vez recolectado se puede depositar en la estructura en la cual se secará por acción de las corrientes de aire.

En regiones cálidas y húmedas se recomienda, que una vez seco el maíz en la troje, sacarlo y depositarlo en un silo o en un lugar que garantice la protección del grano.

Esto con el fin de evitar la proliferación de insectos. En todos los casos se debe fumigar.

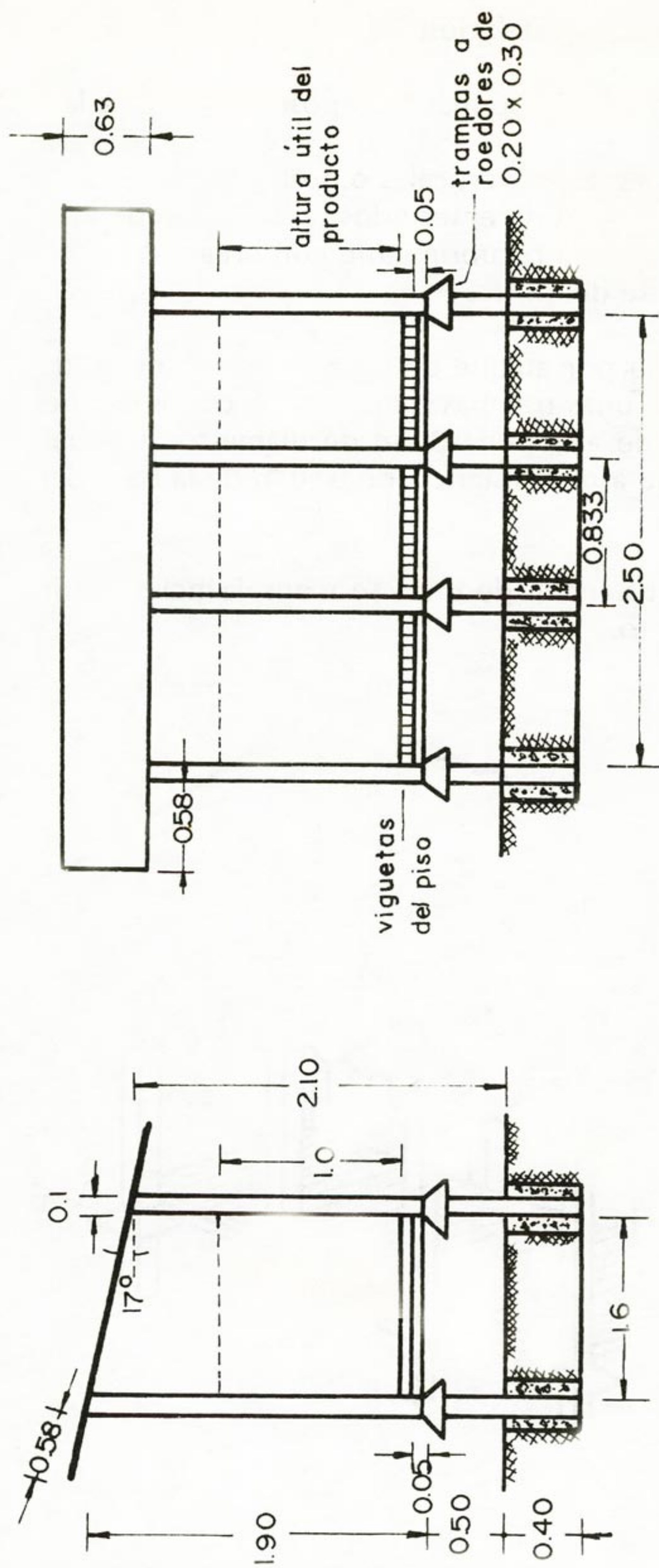
El tamaño de la troje depende de la cantidad de mazorcas que se quieran almacenar.

Por cada metro cúbico de estructura se puede guardar aproximadamente 450 kilogramos de producto.

Es importante tener en cuenta que en regiones húmedas el ancho de la troje no debe ser mayor de 0.70 m, mientras que en regiones secas el ancho puede ser máximo de 1.4 m (la altura entre la superficie del terreno y el piso de la troje debe ser de 0.50 m) (ver figura 5.10).

de lado

de frente



Esc. 1:50

dimensiones en metros.

FIG. 5.10 TROJE DE MADERA PARA ALMACENAR HASTA 1 1/2 TN. DE MAIZ EN TUSA.

5.3.1.1 Construcción e Instalación

El lugar debe seleccionarse lo más seco posible y cerca a la vivienda.

Los hoyos para los soportes verticales o postes tendrán una profundidad de 0.4 m. En el momento de enterrarlos se recomienda para su mayor conservación efectuar un recubrimiento con brea o A.C.P.M. para evitar que se pudra la base del poste.

Para obviar el daño por ataque de roedores se recomienda colocar en cada uno de los postes, unas trampas a manera de conos de metal, de aproximadamente 0.20 m de alto por 0.30 m de diámetro, los cuales se dejan antes del piso de la troje a una distancia de 0.50 m de la base del poste (ver figura 5.11).

El techo es a un agua en teja de zinc y se aconseja inclinarlo unos 20° para evitar la succión del viento.

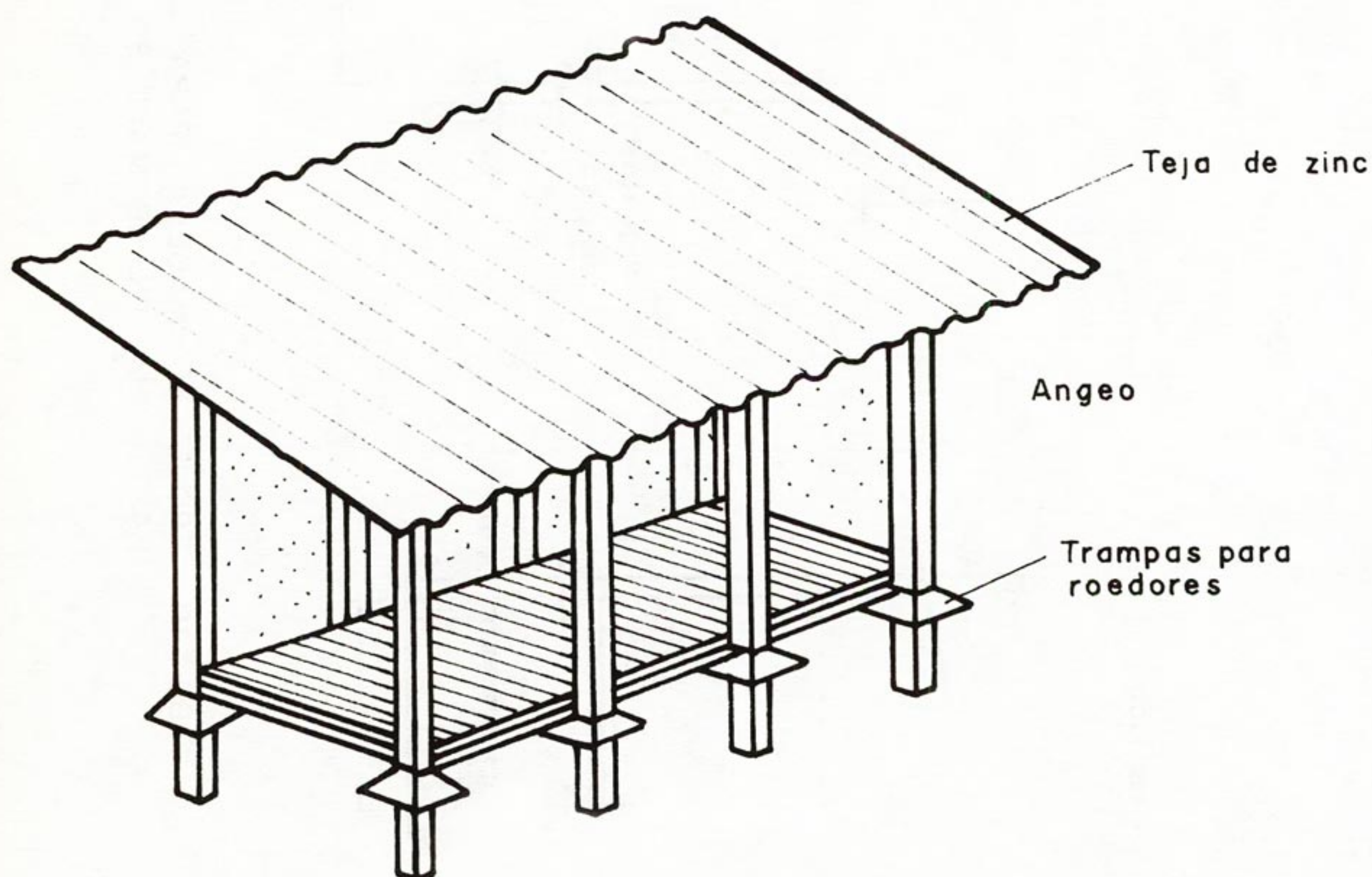


FIG. 5.II PERSPECTIVA DEL TROJE DE MADERA, PARA ALMACENAR 1½ TON. MAÍZ EN TUSA.

5.3.1.2 Materiales para la Construcción de la Troje, para almacenar hasta 1.1/2 toneladas de maíz en tusa.

MATERIAL	CANTIDAD
Columnas de madera	4 de 0.1 x 0.1 m o D = 0.1 x 2.8 m de largo
Columnas de madera	4 de 0.1 x 0.1 m o D = 0.1 x 2.5 m de largo
Piso de la troje: Largueros	2 de 0.04 x 0.07 m o D = 0.05 x 2.7 m de largo
Viguetas o repisas	4 de 0.04 x 0.07 m o D = 0.05 x 1.2 m de largo
Alambre para amarrar	2 libras
Angeo N° 4	8 m
Tejas de zinc	6 de 0.80 x 2.20 m
Clavos o puntillas	2 libras

COSTO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LA TROJE DE MADERA CON CAPACIDAD PARA 1 1/2 TONELADAS DE MAIZ EN TUSA

MATERIAL	COSTO
Madera	5.500
Tejas	2.400
Angeo N° 4	800
Alambre	300
Puntillas y clavos	300
Otros	1.000
Mano de obra	4.000
TOTAL	\$14.300
IMPREVISTOS	\$1.700
	\$16.000

Precios aproximados, a diciembre de 1984

5.3.2 SILO EN MALLA PARA ALMACENAR GRANO

Fundamentalmente es una estructura hecha en malla de alambre o angeo con orificios inferiores al tamaño del grano que se desea almacenar, y sostenida en una estructura de madera (ver figuras 5.12 y 5.13)

La parte superior del silo cilíndrico, generalmente es destapada, lo cual permite vaciarlo o llenarlo fácilmente.

5.3.2.1 Construcción e Instalación

El silo debe estar ubicado en un lugar cubierto de la casa o bajo una enramada. En las columnas de madera que forman la estructura y a 50 cm. del suelo, deben colocarse unos conos de metal de 20 cm. x 30 cm. con el fin de impedir la entrada de roedores al silo.

Para colocar los soportes del silo, debe excavarse al menos 40 cm. de profundidad. La base de las columnas de madera deben ser completamente impermeabilizadas con A.C.P.M., aceite quemado o brea. Se recomienda no instalarlo en terrenos fangosos o húmedos, si se colocan fuera de la casa.

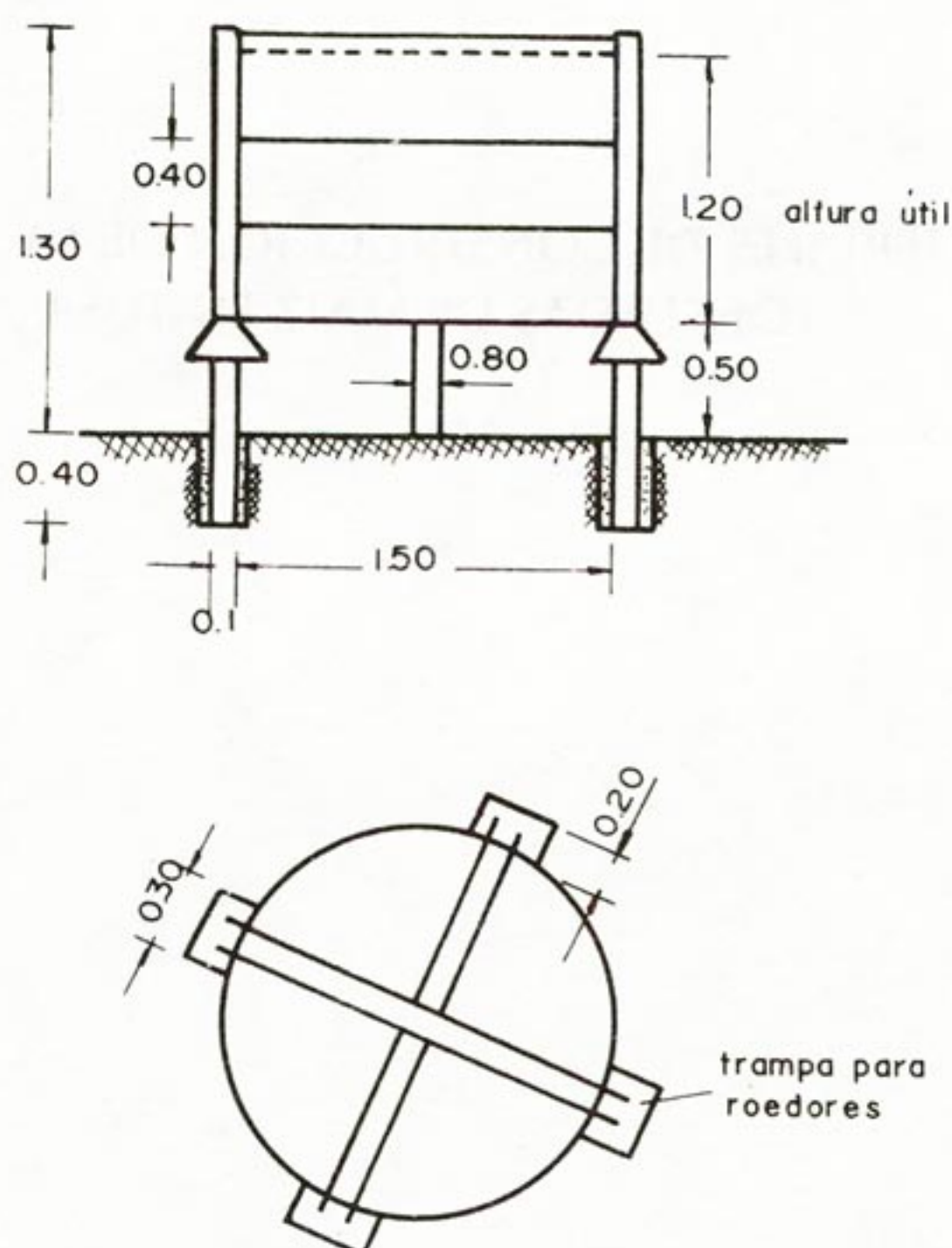


FIG. 5.12 ESTRUCTURA DEL SILO EN MALLA PARA ALMACENAMIENTO DE MAIZ A GRANEL.

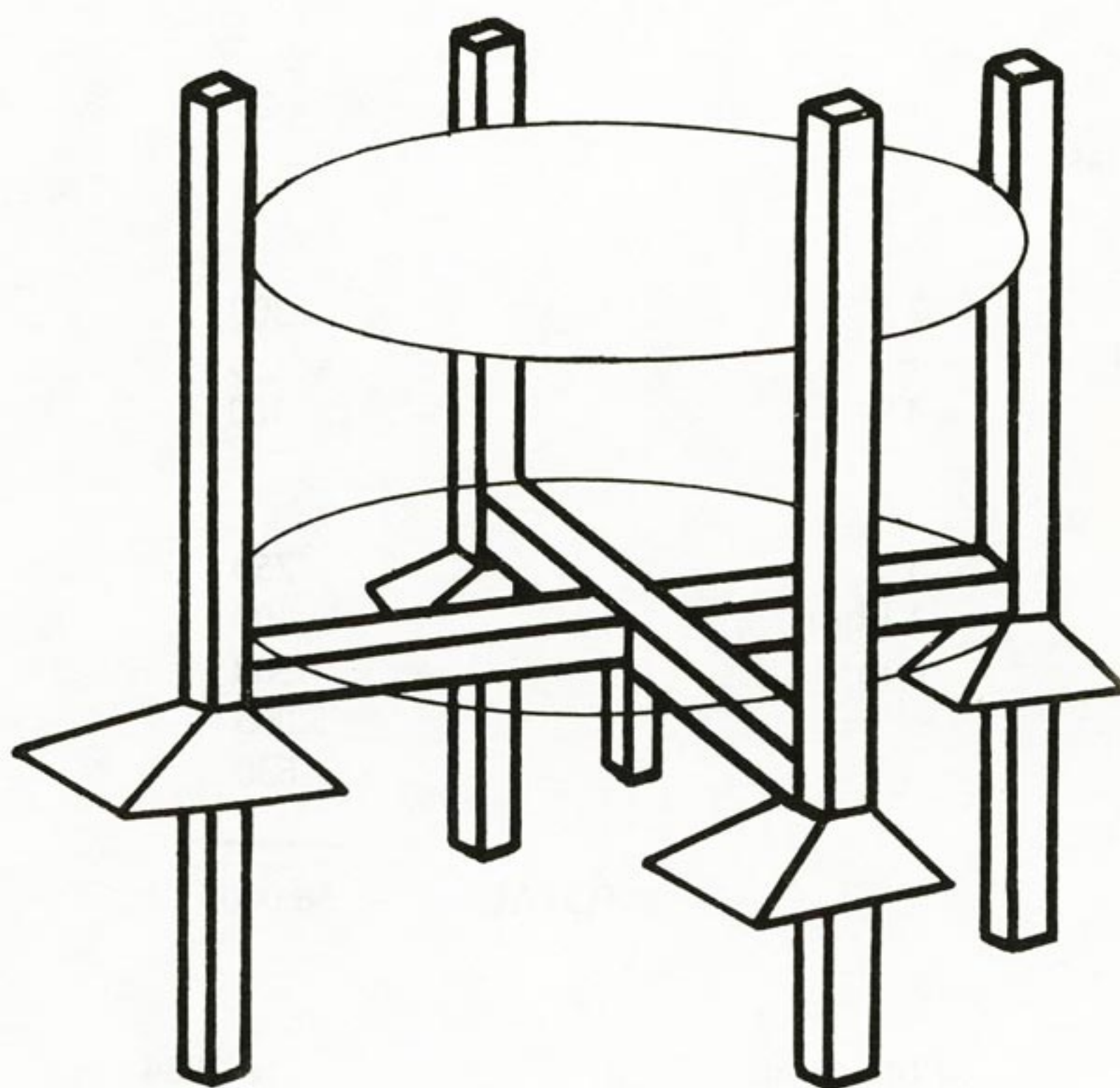


FIG. 5.13 ESTRUCTURA ABIERTA DEL SILO
EN MALLA PARA ALMACENAR MAIZ.

5.3.2.2. Materiales de Construcción y Costos, utilizados en el silo de malla para almacenar grano-capacidad 24 bultos.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Postes de madera, de sección 0.1 x 0.1 m y 2.6 largo	4	16.000
Soporte de madera de sección 0.1 x 0.1 por 0.6 m de largo	1	20
Repisas o viguetas de sección 0.1 x 0.1 por 1.5 m de largo	2	300
Conos de metal (lámina)	4	100
Varillas de hierro de 1/4" x 14 m de largo	3	750
Puntillas	libra	100
Malla metálica	6 m ²	1.500
Mano de obra		5.000
Imprevistos		630
TOTAL		\$8.000

Precios aproximados a diciembre de 1984