

108
2 Gen



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA

TITULO

" AUTOCONSTRUCCION Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA "

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA PARA OBTENER EL TITULO DE:

" INGENIERO CIVIL "

POR

JUAN DE DIOS MARTINEZ CHAVEZ

MEXICO, D. F.

AGOSTO - 1984.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Página

I.	INTRODUCCION.....	5
II.	AUTOCONSTRUCCION DEL HABITAT.....	12
1.	ELEMENTOS FABRICADOS A BASE DEL CEMENTO Y OTRO MATERIAL CEMENTANTE.....	12
A)	Ferrocemento.....	12
a)	Dosificación propuesta.....	13
b)	Parámetros de diseño.....	16
c)	Sistemas de cubierta y entrepiso a base de ferrocemento.....	18
d)	Otras aplicaciones del ferrocemento.....	30
B)	Cubierta de Concreto.....	34
C)	Concreto de Azufre.....	36
a)	Adoquín trabable.....	39
b)	Block trabable.....	42
2.	ELEMENTOS A BASE DE MATERIALES TRADICIONALES.....	46
A)	La Tierra en la Construcción.....	47
a)	El adobe.....	58
b)	Paredes de tierra prensada.....	61
B)	Muros de Mampostería.....	63
III.	FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA.....	67

1.	ENERGIA SOLAR.....	67
	A) Generalidades.....	67
	B) Celdas Fotovoltáicas.....	80
	C) Concentradores Solares.....	85
	D) Superficies Selectivas de Captación.....	97
2.	BIOCONVERSION.....	103
	A) Generalidades.....	103
	B) Digestión Anaeróbica.....	108
	C) Parámetros de Diseño de un Digestor.....	111
3.	EL VIENTO.....	121
	A) Generalidades.....	121
	B) Parámetros de Diseño de un Aerogenerador.....	123
IV.	PROYECTO DE UNA CASA HABITACION.....	127
1.	APLICACION DE LOS TEMAS MAS SENCILLOS Y ECONOMICOS TRATADOS ANTERIORMENTE.....	127
	A) Generalidades.....	127
	a) Distribución de la casa habitación propuesta, diseño y diagrama constructivo.....	127

b) *Diseño y diagrama constructivo de un calentador, una estufa solar y una estufa Lore--na.....* 131

c) *Diseño y diagrama de un digestor.....* 136

d) *Diseño de un aerogenerador y diagrama constructivo del mismo.....* 139

v. *CONCLUSIONES.....* 144

I INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas que los países han tenido que afrontar es el de la vivienda, haciéndose más crítico si se toma en cuenta la situación económica del país y los antecedentes de su desarrollo político a través de la historia, lo que en forma directa viene a afectar la atención que se brinde al bienestar social de un pueblo en cuanto a las acciones que se realicen por el incremento del nivel de vida.

Otro punto que también debe tratarse con interés es el aprovechamiento de energía, por parte del ser humano para la obtención de satisfactores que podríamos llamar primarios, como son los alimentos y que representan en muchos de los casos una fuerte carga económica para la persona y que también en muchos de los casos, esa persona es integrante de la capa social con ingresos más bajos o que se ubica en sitios por demás alejados de la fuente de producción y distribución de energéticos, lo que viene a encarecer el producto por el elevado costo de distribución o simplemente no se realiza en forma periódica. Hasta ahora no se han tomado las medidas necesarias para realizar una aplicación adecuada de conocimientos que tiendan a ser un paliativo de esta situación.

Tomando en cuenta lo anterior y presentándolo en conjunto, ten

dremos que la casa habitación es una unidad que viene a representar un abrigo y un sitio de descanso, así como también el lugar -- donde el ser humano satisficará sus necesidades más elementales.

Por lo anterior el habitat del ser humano debe representar, una -- unidad cómoda y provista de energía que le ayude a desarrollarse - en forma armoniosa con el medio ambiente que le rodea y forma parte, lo que redundaría en un mejoramiento del nivel de vida y salud del núcleo familiar, porque hasta ahora se presenta a la salud de una persona como bienestar físico y mental, desligado en la mayoría de los casos de su habitat. La agencia de las Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como: "El completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedades o afecciones".

Lo anterior viene a aportar nuevos puntos de apoyo, ya que ha ce incapié en que la salud incluye el desarrollo armonioso del individuo dentro del grupo familiar y la totalidad de la sociedad.

Mencionaremos otra definición de la OMS, respecto a la Salud Pública:

"La ciencia y el arte de prevenir la enfermedad, prolongar la vida, fomentar la salud y la eficiencia por medio de los esfuerzos organizados de la comunidad destinados a sanear el medio, ejercer control contra las enfermedades transmisibles, educar al indivi

duo en higiene personal, organizar los servicios médicos y de enfermería con vistas al diagnóstico precoz y al tratamiento preventivo de las enfermedades, mediante el desarrollo de una máquina que asegure a cada individuo un nivel de vida que le permita mantener su salud, distribuyendo estos beneficios de manera tal que cada ciudadano explote su derecho natural a la salud y a la longevidad".

De las definiciones mencionadas anteriormente, inferimos que por fuerza la salud física y mental del individuo, esta ligada a su lugar de habitat.

Por lo que respecta a la higiene, se tiene que es la práctica de la medicina tendiente a la conservación de la salud y su mejoramiento, incluyendo la limpieza de la vivienda y hábitos de la misma.

Porque si bien es cierto que hay un gran esfuerzo en cuanto a la prevención de las enfermedades se refiere, no tiene el efecto deseado esa acción, si el ser humano se sigue enfermando, de que sirve la gran inversión en medicamentos si la fuente de infección continúa, es necesario erradicar la fuente de infección y el foco. A continuación mencionaremos datos estadísticos acerca de la mortalidad infantil en la República Mexicana:

Cinco principales causas de mortalidad infantil en la República Mexicana.

CAUSAS	TASA POR MIL NACIDOS VIVOS
Influenza y neumonía	19.3
Enteritis y otras enfermedades diarreicas	16.6
Ciertas causas de la mortalidad perinatal	11.8
Infecciones respiratorias agudas	3.1
Malformaciones congénitas	1.7

Los datos anteriores indican que las principales causas de mortalidad infantil son las enfermedades gastro intestinales, al igual que en las siguientes cifras:

Cinco primeras causas de mortalidad preescolar en la República Mexicana.

CAUSAS	TASA POR MIL HABITANTES DE LOS 4 AÑOS
Enteritis y otras enfermedades diarreicas	2.8
Influenza y neumonía	2.3
Sarampión	1.1
Avitaminosis y otros estados carenciales	0.3
Accidentes	0.3

Sin un margen de error grande, podremos asegurar que si en los infantes es una de las principales causas de muerte, en los adultos las enfermedades diarreicas, también ocupan un gran porcentaje en cuanto a enfermedades comunes se refiere.

Principalmente el origen de estas enfermedades, son los de pósitos a cielo abierto de basura, provocando la contaminación, y la insalubridad en lugares cercanos a las concentraciones populares, pero no solo en este caso se presentan el problema, en provincia incluso no se han implantado adecuados programas para eliminación de basuras e incluso de excreta humana.

Actualmente en el país se considera que el 61.02% de las viviendas cuentan con agua entubada de este porcentaje el 38.75% disponen del agua dentro de la vivienda, 10.63% tienen agua fue ra de la vivienda pero dentro de la edificación, 11.64% disponen de agua de llave pública o hidrante, es lo que se refiere al servicio de agua potable, en alcantarillado la cifra es aún más drástica, ya que a nivel nacional solo cuentan con este ser vicio el 41.52% y en el área metropolitana un 30% de la población carece de este servicio, estas son las causas de las enfermedades más comunes y causa de una alta tasa de mortalidad infantil, al no existir una adecuada disposición de desechos or gánicos e inorgánicos.

En el presente trabajo se pretende mostrar una solución en forma general al problema de la autoconstrucción no organizada, hacia un prediseño básico y general de lo que debe tener una vivienda y su desarrollo gradual, como es la autoconstrucción, una unidad acoplada a su fuente de energía, utilizando los desechos factibles de transformarse o realizando una adecuada disposición de los mismos.

¿Pero en forma general qué es la autoconstrucción y cómo surge?

La autoconstrucción se presenta como parte de la realidad existente, como una consecuencia más de la desigual distribución de la riqueza. Para lo anterior debemos de tomar en cuenta, que un salario debe cubrir las necesidades básicas de un obrero y la vivienda es una de ellas, al no cubrirlas estamos hablando de explotación, es pues la autoconstrucción una respuesta a una necesidad, a una situación.

Es la construcción de una vivienda, definida por el hecho de que el mismo consumidor del bien es a su vez productor director, gestor técnico y económico de la producción del bien y que incluso puede entrar dentro del mercado, pues la vivienda,

es un bien que cae dentro del ciclo producción-circulación-consumo.

Hay que hacer mención que la autoconstrucción incluye efectos como el alargamiento de la jornada laboral, pues al ser productor del bien el propio consumidor, la acción de construir la vivienda se efectuará en el tiempo libre que tenga el mismo, y lo usual es que sea al término de la jornada normal de trabajo. Otra consecuencia es la presión al salario o ingreso ordinario que representa la decisión y el hecho de emprender la construcción de una vivienda, incrementada por carecer del conocimiento elemental e información ; se tendrá desperdicio de material y falsa canalización de los recursos económicos, no produciéndose la unidad adecuada para satisfacer las necesidades mínimas de una familia en la mayoría de los casos.

Por lo que en este trabajo se presentan una serie de procesos diferentes, poco divulgados aún cuando han sido investigados en cuanto a la autoconstrucción y el uso de energía alterna se refiere, tratando de integrar un modelo de casa habitación que pueda ser autosuficiente en algunas de las necesidades que presente el grupo familiar.



II AUTOCONSTRUCCION DE HABITAT.

En este capítulo se tratará lo relacionado a los componentes de una casa, como son:

- *Cubiertas o techos y sistemas de entrepiso.*
- *Muros*

Se presentan resultados de varias investigaciones y algunas aplicaciones que se obtuvieron de las publicaciones tomadas como base bibliográfica de este trabajo, así como algunas formas de construcción sencilla para personas no relacionadas frecuentemente con la construcción, y que fueron desarrollados en otros países, éstos últimos procesos se presentan con figuras de los elementos que intervienen y son necesarios en los mismos.

I. ELEMENTOS FABRICADOS A BASE DE CEMENTO Y OTRO MATERIAL CEMENTANTE.

A) Ferrocemento

Dentro de los componentes a base de cemento se tiene el ferrocemento, que son capas de malla dentro de un mortero de cemento Portland, estos materiales trabajando, en conjunto, adquieren propiedades físicas y mecánicas,

que los hacen idóneos para sus aplicaciones en varios campos de la construcción.

Las principales características del ferrocemento son su baja permeabilidad, lo cual implica la utilización de arenas bien graduadas y un alto consumo de cemento, mínimas contracciones por secado, manejabilidad adecuada a las condiciones de trabajo que se empleen, por lo que se obtienen morteros de una alta resistencia, superior a los 200 Kg/cm^2 , por lo que respecta a las mallas de refuerzo, pueden ser de varios tipos de calibres dependiendo de su existencia en el mercado local y su eficiencia como elemento de refuerzo.

En cuanto a sus ventajas, tenemos que el empleo de abundante mano de obra que interviene en su fabricación disminuye el costo total, situación favorable a las características socioeconómicas del país, además para su fabricación no se requieren instalaciones complejas ni mano de obra especializada.

a) Dosificación propuesta.

La dosificación se seleccionó en base a la investigación realizada por el Instituto de Ingeniería, el

cual propone una dosificación que cumple con las siguientes características:

- Alta impermeabilidad
- Poca contracción
- Manejabilidad adecuada de la mezcla.

Debido a que la construcción de elementos la realizaría personal sin experiencia, se dio prioridad a la última condición, eliminándose la posibilidad de usar mezclas de baja fluidez y que proporcionan mejores resultados.

La dosificación seleccionada fue:

Cemento	1.0 Kg.
Arena (pasa la malla # 4)	1.75 Kg. (1.28 Lt.)
Agua	0.44 a 0.56 Lt.

En algunos casos si se quiere llevar un control de calidad, se proponen los siguientes parámetros de comparación.

Revenimiento, medido en cono de tamaño reducido ,
máximo 3.5 cm.

Resistencia a compresión en cilindros de radio =

= 5 cm. y altura = 10 cm., a los 14 días 200.0 Kg /cm²

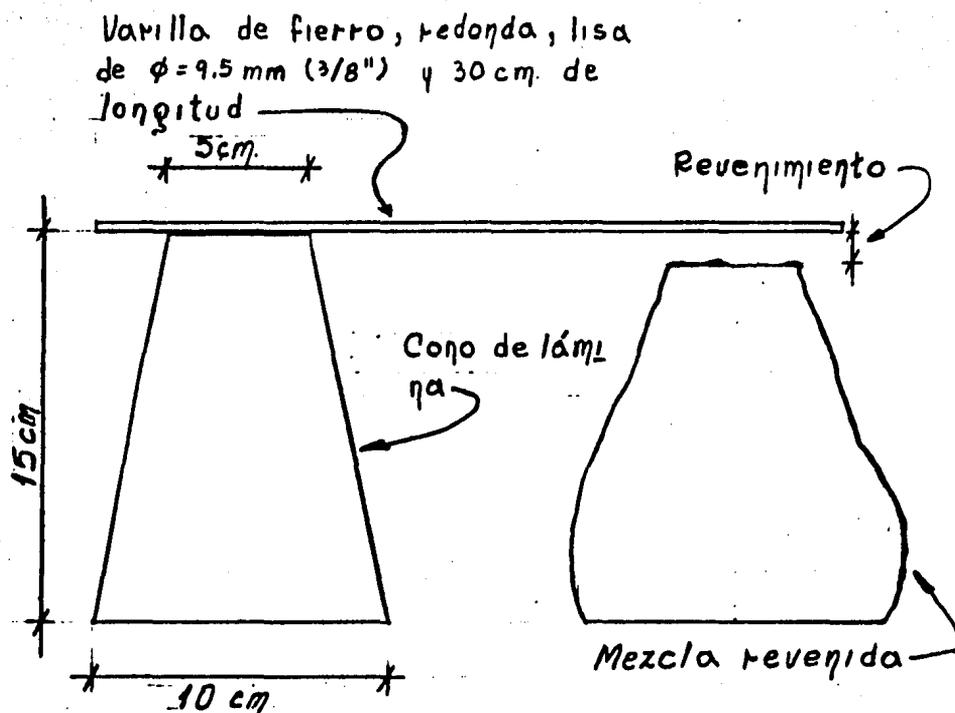
a los 28 días 350.0 Kg /cm²

Contracción por secado, sin protección a los 14 días

0.115 mm/m.

Constante de permeabilidad con 4.5 Kg/cm² de carga

1.43×10^{-9} lt/cm/seg



CONO PARA MEDIR REVENIMIENTOS

b) *Parámetros de diseño.*

A continuación se presentan los parámetros de diseño, que se utilizan para los diseños estructurales del ferrocemento, para una mayor aplicación se puede referir a la bibliografía del trabajo.

- a) Las deflexiones bajo cargas de servicio incluyendo los efectos a largo plazo, no deben exceder.

$$\Delta = 0.5 + \frac{L}{240}$$

- b) El ancho de grietas en el ferrocemento, no debe exceder de 0.2 mm. a fin de evitar problemas de filtración. Para cumplir esta condición se debe limitar el esfuerzo de tensión en el material a:

$$ft = 11 + 12 SL > 25 \text{ Kg/cm}^2.$$

SL: relación de la superficie de contacto del acero de refuerzo, el volumen de mortero correspondiente, para una longitud dada.

$$SL = \frac{0.94 n_1 + 0.49 n_2}{t}$$

n_1 : Número de capas de malla orientadas longitudinalmente.

n_2 : Número de capas de malla orientadas transversalmente.

t : Espesor de la capa de mortero.

Nota: La dirección de la malla corresponde a la dirección del alambre que la forma.

c) Cada elemento debe soportar una sobrecarga mayor o igual al 40% de la carga de servicio, sin fallar o mostrar daños irreversibles.

d) Esfuerzo resistente en compresión.

$$f_{cu} = 380 - 91 SL + 7.5 SL^2 \leq 350 \text{ Kg/cm}^2$$

e) Esfuerzo resistente en tensión.

$$f_{tu} = 18 + 32 SL \geq 25 \text{ Kg/cm}^2$$

f) Módulos de elasticidad.

$$E_{\text{compresión}} = 200\,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_{\text{tensión}} = 50\,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_{\text{flexión}} = 100\,000 \text{ Kg/cm}^2$$

c) *Sistemas de cubierta, entrepiso y otras aplicaciones del ferrocemento.*

Se presentan varios sistemas de cubiertas en ferrocemento, ampliándose despues a una posible utilización como sistema de entrepiso en el caso en que se tenga un área reducida, por lo que a futuro podría presentarse la opción de construir otro nivel, utilizándose la cubierta como el entrepiso o como cubierta desmontable para el siguiente nivel.

En el caso de otras aplicaciones se presentan experiencias de otras investigaciones en la construcción de silos para almacenar granos y depósitos de agua, así mismo se presentan una descripción general del proceso constructivo que hace incapié en la sección de cada elemento.

Como material de refuerzo se recomienda usar de entre los más comunes en el mercado, los siguientes:

<i>TIPO</i>	<i>M A L L A</i>
<i>1</i>	<i>Entrelazada, cuadrada, 6.3 X 6.3 mm, Ø 0.7 mm.</i>
<i>2</i>	<i>Entrelazada, cuadrada, 8.0 X 8.0 mm, Ø 0.8 mm.</i>
<i>3</i>	<i>Tipo plañón romboidal 800 g/m. 10X22mm, Ø 1.2X0.5mm</i>
<i>4</i>	<i>Metal desplegado galvanizado 10X5mm Ø 0.5X2,0 mm</i>
<i>5</i>	<i>Tela para gallinero galvanizada (chica) 19X14.3 mm Ø = 0.8mm.</i>

Los cuales tienen características parecidas entre si

Se presenta a continuación un cálculo como ejemplo de la secuencia usada y se seleccionó para estos casos el metal desplegado, se recomienda colocar las capas en forma alterna, transversal una y longitudinal la otra, el claro de diseño para todos los casos es de 4 m.

El eje neutro se localizó por tanteos.

Peso propio 40 Kg/m^2

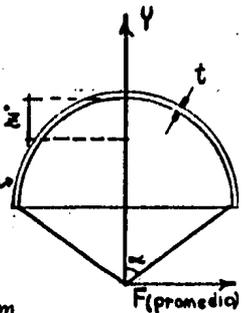
20

Carga viva 100 Kg/m^2

50

Carga uniforme de servicio

70 Kg/m.



$$A = 2F t \alpha$$

$$\bar{y} = \frac{F \sin \alpha}{\alpha}$$

$$I_x = r^3 t \left(\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)$$

$$I_o = I_x - Ay^2$$

Momento máximo para el claro de 4 m.

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{70(4)^2}{8} = 140 \text{ Kg-m}$$

Cortante máximo

$$V = 70 \text{ Kg/m} \times (2.0 - 0.15) = 129.5 \text{ Kg.}$$

Momento resistente

$$M_u = f_{tmax} (At) Z$$

$$M_u = 18 + 32 (1.43) / \times 47.9 \times 6.68 = 204 \text{ Kg-m.}$$

$$SL = \frac{0.94n_1 + 0.49n_2}{t} = \frac{0.9(1) + 0.49(1)}{1} = 1.43$$

Relación de momentos

$$\frac{Mu}{m} = \frac{204}{140} = 1.46 > 1.4$$

Fs: Factor de seguridad = 1.4

Deflexión bajo cargas de servicio

$$\Delta = \frac{5}{384} \frac{WL^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{0.7(400)^4}{100\,000 \times 1257} = 1.86 \text{ cm.}$$

Deflexión permisible

$$\Delta_a = 0.5 + \frac{L}{240} = 0.5 + \frac{400}{240} = 2.2 > 1.86 \text{ cm.}$$

Proceso constructivo de cubiertas y sistemas de entrepiso.

Para el caso de las bovedas cilíndricas, placas plegadas y sección "Y", se recomienda la construcción de dos tarrajas de madera con la forma de la cubierta, variando la sección, como se indica en las figuras correspondientes, el proceso o secuencia recomendada es la siguiente, para la construcción de moldes y cubiertas.

- 1º Se compacta tierra con un pisón de mano, colocando unas guías de madera a los lados para que deslice la tarraja y hacer recto el molde.

- 2° Con la tarraja 1, se recorta la tierra para darle forma a lo largo de su longitud, (se toma una longitud tipo de 4 m).
- 3° Una vez realizado el paso anterior se procede a aplanar con mortero pobre de cemento el molde de tierra, y con la tarraja 2 se le da la forma o acabado final.
- 4° Al finalizar el aplanado del molde con el mortero y fraguado éste, se le aplica un pulido de cemento, dejándolo lo mas liso posible.
- 5° Se impregna el molde con aceite quemado de automóvil.
- 6° Se coloca la malla de refuerzo sobre el molde, evitando las bolsas que se lleguen a formar (en caso de que existan traslapes se dejaran 5 cm. como mínimo), posteriormente se fija la malla a los extremos, donde se recomienda dejar unas tiras de madera para este caso.
- 7° Previo al colado se recomienda bañar la malla con una lechada de cemento, para que el mortero pase con facilidad a través de ella.

- 8º Se coloca el mortero, si se requiere una sección mejor terminada simétricamente se puede fabricar otra terraja con las dimensiones exteriores de la cubierta o en todo caso se trata de dar el espesor deseado.
- 9º Para el caso de la sección "Y" se colocó la armadura al iniciar el colado, amarrando la armadura a la malla.
- 10º El desmoldeo se realiza a las 24 hr., curando con agua dos días (regar con agua) y dejando al medio ambiente.

En el caso de la cubierta tipo emparedado, no es necesario el molde de tierra y se puede proceder de la siguiente forma.

- 1º Colocar los cachetes exteriores con su separación adecuada.
- 2º Impregnar de aceite el firme y los cachetes exteriores
- 3º Colocar la malla de refuerzo
- 4º Colocar los cachetes interiores
- 5º Colocar el mortero en la cimbra, bañándose antes la malla con la lechada de cemento.

6º El desmoldeo realizarlo a las 24 hrs., regando con agua dos días al medio ambiente.

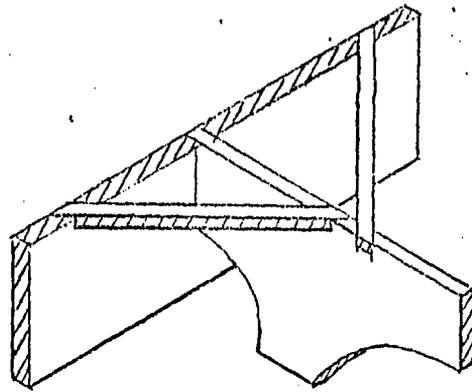
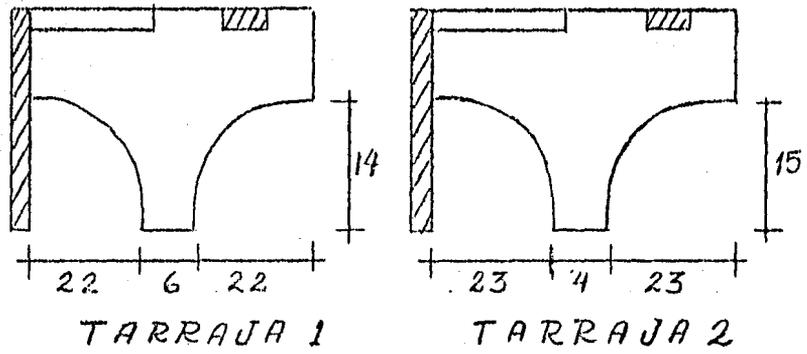
Otra cubierta sería a base de placas de ferrocemento y semivaguetas invertidas, para el caso de las placas, su fabricación es obvia, por lo que solo se describe a grandes rasgos la fabricación de la semivigueta.

1º Se impregna de aceite el firme y la madera.

2º Se coloca la cimbra y la armadura (3 varillas soldadas a un estribo triangular).

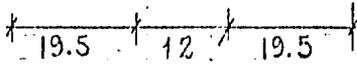
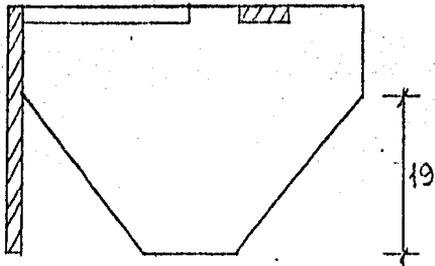
3º Se cuela la zapata con un concreto $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$.

4º Se descimbra a los 7 días y se cura con agua durante los 20 primeros días al medio ambiente.

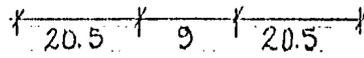
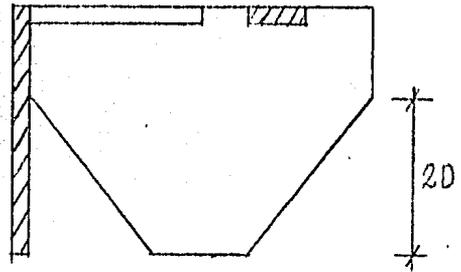


ISOMETRICO

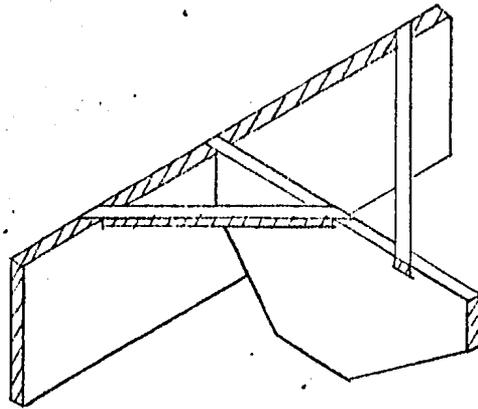
SECCIONES DE MADERA
PARA BOVEDA CIRCULAR



TARRAJA 1

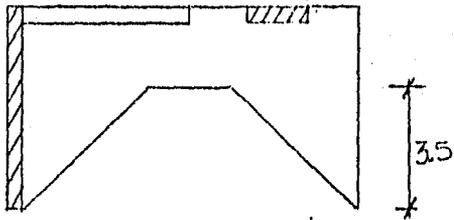


TARRAJA 2



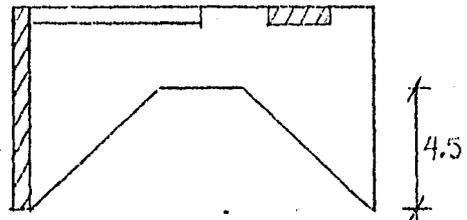
ISOMETRICO

SECCIONES DE MADERA PARA
PLACAS PLEGADAS



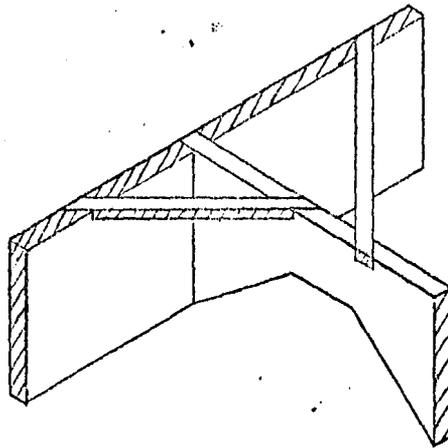
30.5 14 30.5

TARRAJA 1



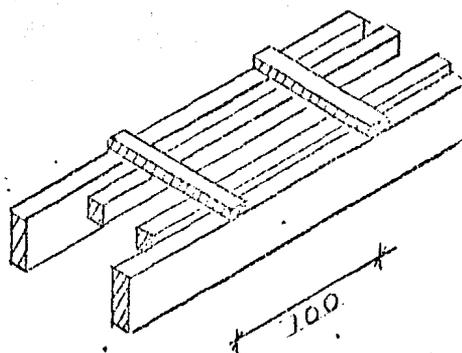
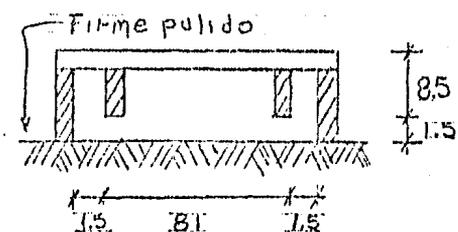
31.5 12 31.5

TARRAJA 2



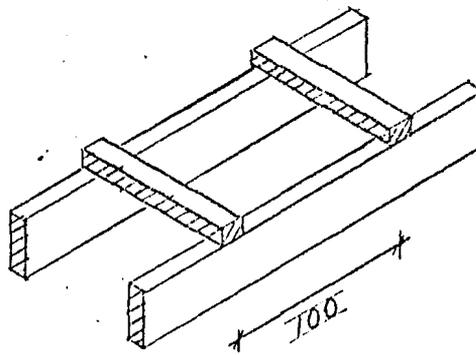
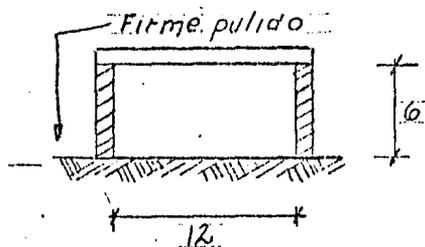
ISOMETRICO

SECCIONES DE MADERA PARA
PIFORMAS "Y"



ISOMETRICO

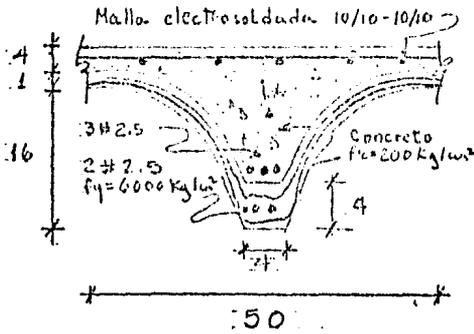
SECCION DE MADERA PARA
FORMA EMPAREDADO



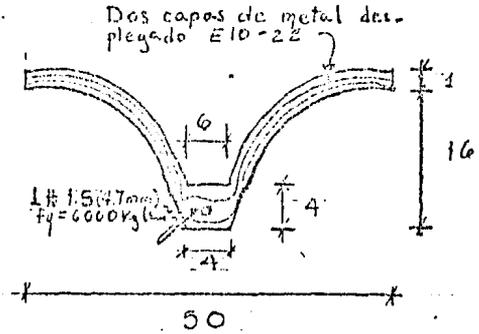
ISOMETRICO

SECCION DE MADERA PARA
SEMIVIGUETAS

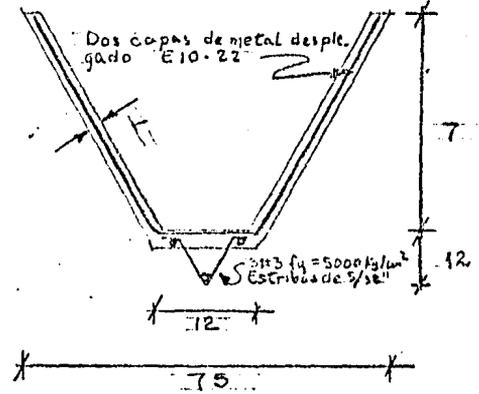
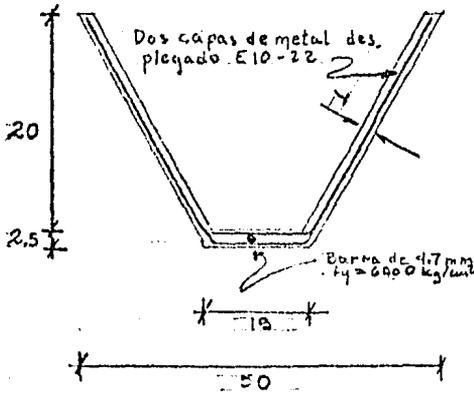
COMO ENTREPISO



COMO CUBIERTA



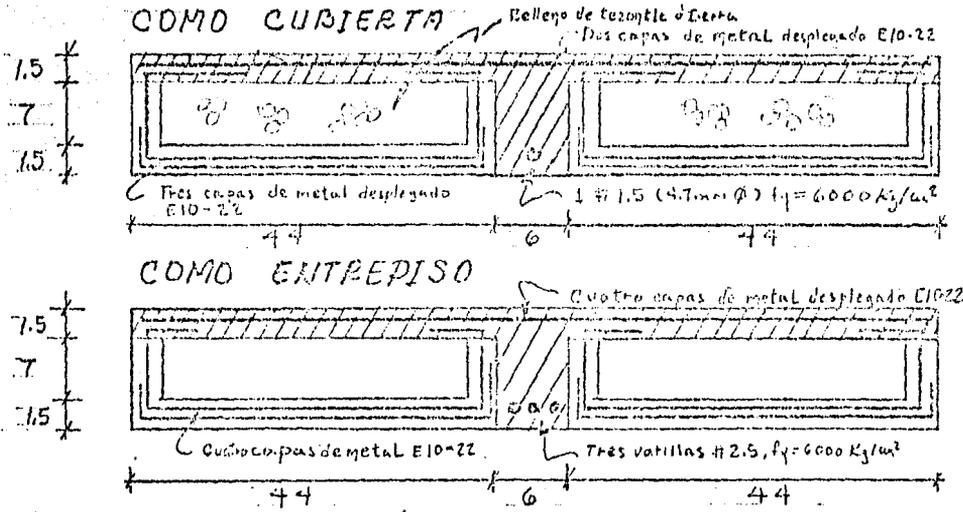
BOVEDAS CIRCULARES



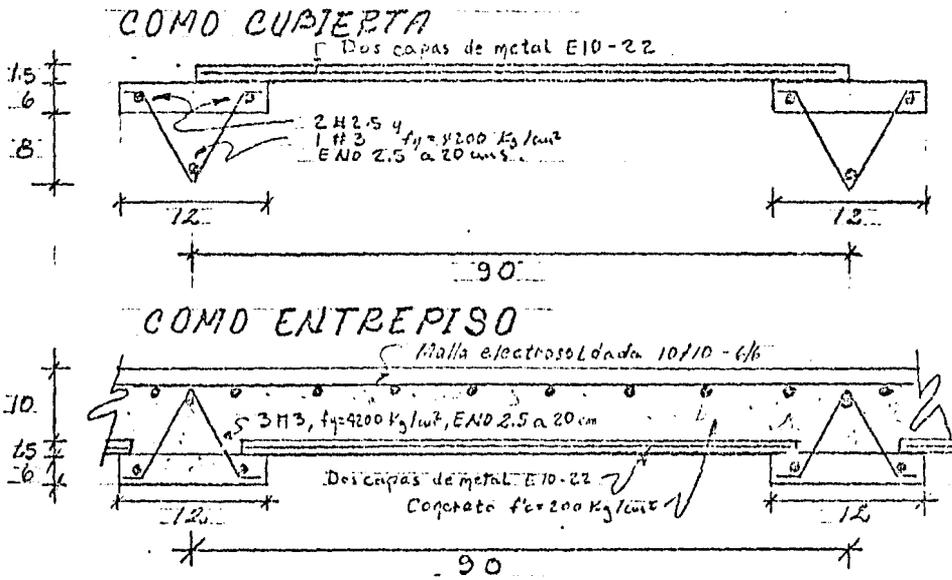
PLACAS PLEGADAS

SECCION "Y"

ARMADO DE SECCIONES



LOSA TIPO EMPAREDADO



SEMIVIGUETAS Y PLACAS

ARMADO DE SECCIONES

d) *Otras Aplicaciones del Ferrocemento.*

En esta sección se toma como otras aplicaciones el uso del ferrocemento en estructuras o usos diferentes a los anteriormente descrito, como son silos y depósitos de agua, que son los que se describen aquí. Cabe mencionar que incluso se pueden construir embarcaciones de ferrocemento.

Silos

La secuencia descrita es para un silo cónico con un diámetro de 4.0m. y altura aproximada de 10.0 m. se tomo esta altura como tipo, pudiendo variar en menor dimensión.

Se principia por construir una dala perimetral con el diámetro fijado, para tener continuidad en el colado se dejan varillas de 1/2" a cada 60 cm. ancladas a la dala, despues se amarran también varillas de 1/2" en forma de anillos, perpendiculares a los ahogados en la dala. Para cerrar aún más el armado, se colocan varillas de 5/16" a cada 30 cm. en ambas direcciones, teniendo por lo tanto una cuadrícula de 30 cm. por lado.

Terminado el armado de varilla, se coloca malla cuadra da electrosoldada (no debe usarse malla hexágonal, por los dos lados de las varillas colocadas, amarrandose a éstos. Los

traslapes entre mallas debe ser cuando menos 10 cms. y las varillas 50 cm.

Para mantener recto el armado se pueden colocar tensores exteriores a una altura media y superior, para la misma acción en la parte interior se pueden colocar unos polines cruzados de lado a lado con unos cabezales en forma semicircular en la parte superior.

El último paso es la operación de colado, se realiza de la siguiente manera, una persona distribuye el mortero desde la parte exterior y otra lo detiene en el interior con la ayuda de una talocha o llana metálica. Finalmente se cortan los tensores y la techumbre puede ser cualquiera de las propuestas con anterioridad.

Depósitos de Agua.

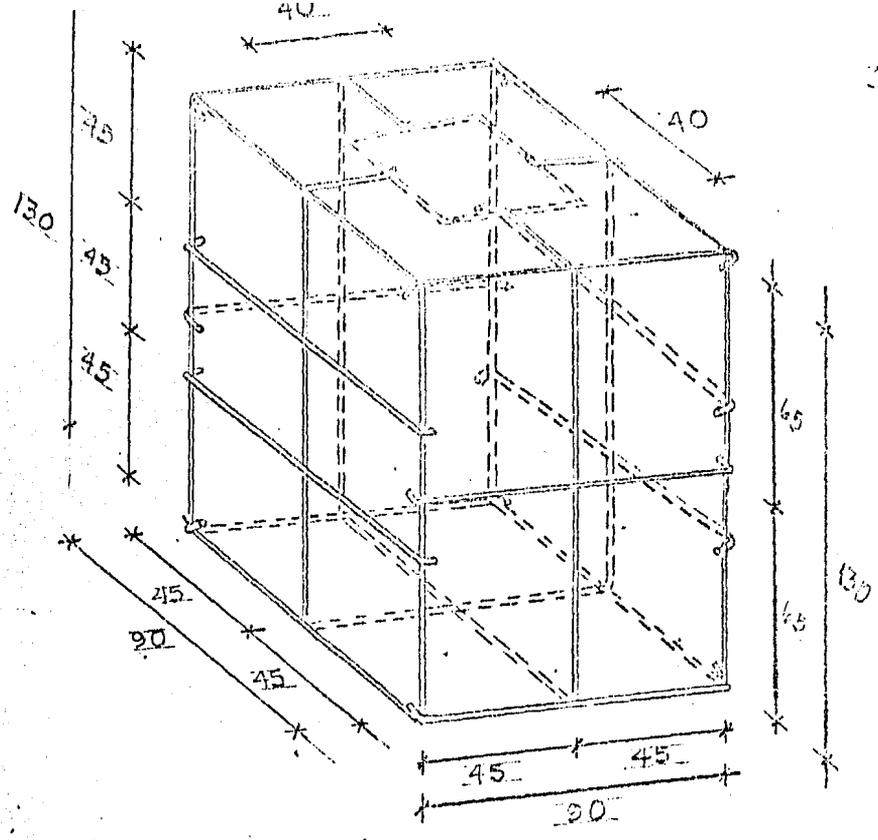
El procedimiento constructivo descrito es para un depósito con capacidad de 1050 Lt. con unas dimensiones de 0.9 X 0.9 X 1.3 m., teniendo en la parte superior una tapa de 0.4 m X 0.4m.

Para el armado se principia por doblar 2 varillas en forma de rectángulo, las varillas son de 5/16" con las dimensiones de 0.9 X 1.3m., después para formar el cubo se a-

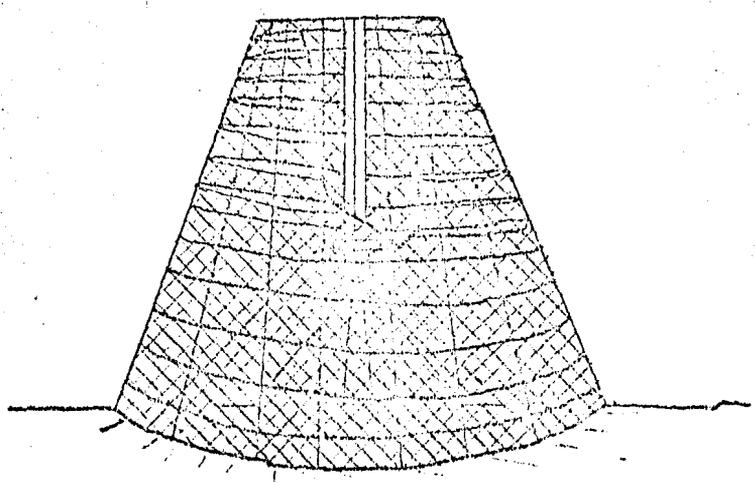
marran en los extremos por los dos lados y en las partes inferior, media y superior, varilla de $5/16''$ de 0.90m. de largo, distanciadas una de otra 65 cms. Realizado el paso anterior se coloca varilla de 0.90m. de largo a 0.45 de los extremos paralelamente a los rectángulos doblados al principio, posteriormente se coloca a la mitad (0.45 m) una varilla transversal de $5/16''$ que rodee el cubo por los dos lados.

Se finaliza el armado con la colocación de la malla, también por los dos lados de la varilla cuidando de amarrarla muy bien al armado y entre sí.

La operación de colado se realiza en varias etapas, primero se coloca el mortero de cemento en el piso de depósito y en dos de sus paredes, la segunda etapa comprende colocar el mortero en sus otras dos caras y la parte superior, dejando el hueco de 0.4m X 0.4m para detener el mortero. La tapa se fabrica de 0.4m X 0.4m. con varilla de $1/4''$; finalmente deberá pulirse y pintarse.



ARMADO DE UN DEPOSITO PARA AGUA, CAP. 1050 L.

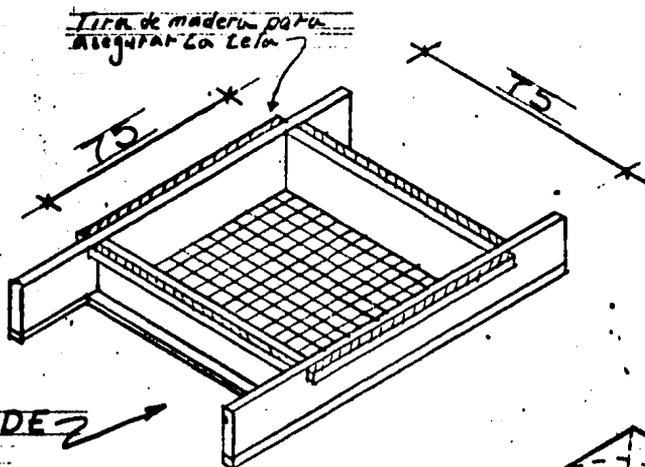


ARMADO DE UN SILO

B) Cubierta de Concreto.

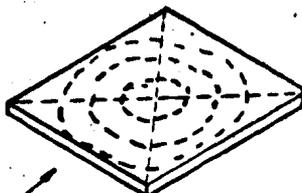
Este sistema fue desarrollado en Pakistán es un sistema a base de bovedillas que dio resultados estructurales bastante aceptables, y que puede combinarse con el sistema de semivigeta. Cada bovedilla pesa 31.7 Kg. y tiene 2.5-cm. de grueso.

La forma de obtener las bovedillas es muy simple, con un molde cuadrado (75 cm. por lado, medida interior) y sobre un encofrado con la medida interior del molde. Al molde se le coloca una tela de yute o arpillera un poco grande, la cual se humedece y se le coloca el concreto presionandolo contra el encofrado durante media hora, al levantar se del encofrado el molde, el peso del concreto forma una catenaria en la tela obteniéndose una especie de domo, transcurrido un día se puede desmontar del molde y con un curado de agua durante 3 semanas se pueden montar sobre vigetas prefabricadas y realizarle un colado sobre ellas, para formar un solo elemento. Cabe mencionar que en Pakistán únicamente se le colocó un techo de tierra lográndose una capacidad de carga de más de 1470 Kg. por m², en nuestro caso se recomienda un colado reforzado con malla electrosoldada 10/10 - 10/10.

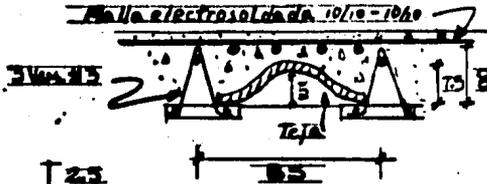


MOLDE
o
ENCOFRADO

Teja Terminada
75cm x 75cm
25mm de espesor



CONCRETO PRE-
SIGNADO SOBRE
LA BASE DEL EN-
COFRADO PARA
COMPACTAR



CLAVO SIN CABEZA



BASE DEL ENCOFRADO.

BOVEDILLA DE CONCRETO

C) Concreto de Azufre

La investigación y desarrollo de nuevos materiales y procedimientos de construcción, introdujo una innovación que cada vez se desarrolla en el mundo con gran interés, la utilización del azufre como materia prima en la construcción.

Esta innovación puede ser muy atractiva en nuestro país, pues se garantiza una gran disponibilidad de azufre por tener altas reservas de hidrocarburos, como también de yacimientos naturales. Aunque hay que tomar en cuenta que la exportación es atractiva, en un futuro próximo la producción puede sobrepasar la demanda y el producto requiera entonces mayores y nuevos campos de aplicación.

Aún cuando lo anterior no se cumpliera, actualmente se obtiene subproducto con alto contenido de este material, que se considera como desperdicio y que podría ser utilizado en la construcción de viviendas.

En esta sección se presenta la forma de fabricar elementos para construcción empleando el azufre como cementante, el cual nos proporciona amplias ventajas físicas. Sus desventajas son un alto grado de toxicidad por su po-

ca resistencia a la combustión, pero se elimina con un aditivo que evita la combustión o la retarda bastante, haciendo autoextinguible el producto.

Los aditivos para el azufre son el ácido maleico y monómero de estireno, en una proporción del 3% por peso del azufre o en lugar del monómero de estireno se puede usar el dimercaptán dipenteno. Es lo que se refiere a los aditivos para hacer incombustible el producto, para colorar óxido de hierro (rojos o rosas), óxido de hierro amarillo (amarillos), óxido de hierro café (café), óxido de hierro negro (negros y grises), óxido de cromo 95% puro (verdes) y azul cobalto 98% puro (azules), la colaboración depende de la concentración del aditivo, en el caso de usar tintes químicos se recomienda únicamente el rojo vivo y el amarillo naranja.

Otro de los inconvenientes de usar azufre es que se solidifica rápidamente, por lo que es recomendable usar un plastificante (d ciclopentadieno en un 2% - 3% del peso del azufre), para evitar o retardar la solidificación.

En nuestros usos emplearemos la siguiente proporción

Arena	0.560 m ³
-------	----------------------

Grava	0.560 m ³
Azufre	0.400 m ³
Resistencia a compresión	400 Kg/cm ²

Para el mezclado se requiere una revolvedora y a gran des pasos se recomienda la siguiente secuencia.

- 1º Precalentar la olla de la revolvedora.
- 2º Precalentar los agregados a temperaturas del orden de 150°C.
- 3º Colocar en la olla la mayor parte de los agregados.
- 4º Agregar una pequeña parte de azufre a temperatura am biente y una parte del aditivo plastificante.
- 5º Una vez fundida la porción de azufre adicionada a la mezcla, se continúa agregando simultáneamente azufre y aditivo.
- 6º Adicionar más agregado!
- 7º Repetir los pasos 5 y 6 hasta que todo el material por mezclar se halle en la revolvedora.
- 8º Revolver la mezcla 3 ó 4 minutos.
- 9º Colar.

Dentro de las aplicaciones que se mencionarán, se pre sentan comentarios que tratan de facilitar la comprensión de la elaboración del elemento constructivo. Con los con

cretos y morteros de azufre se pueden fabricar adoquines, muros divisorios, celosías trabables y bloques trabables. Se tomaron únicamente dos elementos como ejemplo, el adoquín y el block trabable, por considerar que los otros elementos pueden ser sustituidos fácilmente.

a) Adoquín Trabable,

Otro de los problemas más graves en los asentamientos humanos de áreas rurales y zonas marginadas en las ciudades, es la falta de calles y andadores adecuados que eviten las condiciones de insalubridad que se generan durante ciertas épocas del año y muchas veces no se coloca al pavimento por postergarse el suministro de servicios y no destruir los pavimentos al efectuar las instalaciones.

Previendo esta situación se presenta la elaboración de adoquines trabables a base de concretos de azufre, elegido por su rápido fraguado y facilidad de moldeo. El sistema consta de elementos modulares de 20 X 20 X 10 cm. con dos costados rebajados y los otros dos volados para formar un traslape horizontal. De esta forma la carga se distribuye en las dos contiguas y se uniformizan en la superficie adoquinada.

La versatilidad del sistema permite que el elemento se emplee en la pavimentación de calles con tráfico de vehículos, andadores, plazas, patios y en pisos domésticos.

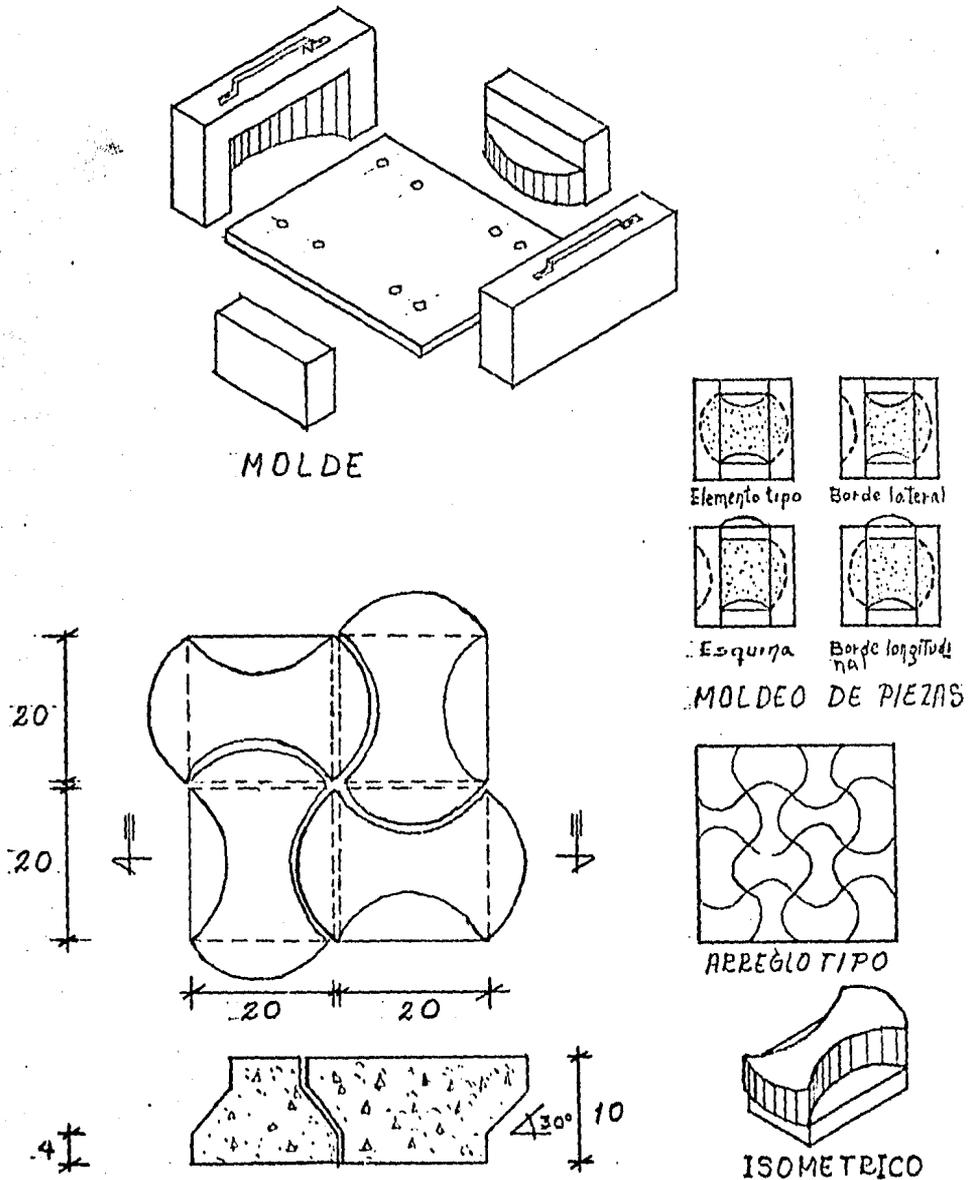
El molde para este caso puede ser fabricado en concreto de cemento Portland, pudiéndose fabricar el contra molde de madera, yeso o de un material como plastilina y obtener el contramolde en yeso o concreto.

En este caso el consumo de azufre puede ser reducido hasta en un 25% y en lugar de grava se puede usar, tezontle de 1/4" y arena, en las proporciones anteriormente mencionadas, se recomienda la siguiente secuencia:

- 1º El molde se impregna de aceite
- 2º Se vacía una capa de 2 a 3 cm. de espesor
- 3º Se esparce encima de la mezcla una capa de 20 a 25 mm. de espesor de grava (19 mm) seca y fría, revolviéndola por medio de una varilla.
- 4º Se cuelean en forma alternada capas de mezcla y grava
- 5º Cuando se llena el molde, se enrasa
- 6º Para descimbrar usese un mazo de hule o madera.

Para la colocación, se pone una capa de grava, sobre la que se extiende una de arena de unos 3 cms. de espesor,

se nivela la arena con una regla y se principia a colocar, las grietas entre adoquines se rellenan con arena fina. Con seis moldes se fabrican 130 adoquines, colocándose 108 piezas en dos horas lo que cubre un área de 4.3 m^2 .



ADOQUIN DE CONCRETO DE AZUFRE

b) Block Trabable

Este sistema es muy novedoso, pues no requiere un junteado de mortero ni mano de obra especializada, pues su geometría entrelazada simplifica la alineación de los bloques y con su trabado mecánico se evita el uso de refuerzo adicional y es recuperable en su totalidad.

Sus propiedades son las enunciadas para el concreto de azufre y aún se comportan estructuralmente mejor que los bloques trabables de concreto Portland, no necesitan impermeabilización y son más ligeros en relación a los bloques de concreto. El diseño desarrollado que se recomienda en este trabajo forma un muro hueco de 20 cm. de espesor, por medio de bloques de 20 cm. X 60 cms. de largo y que se traban por medio de un machihembrado tipo cola de milano en el sentido transversal del muro, lográndose una ausencia de juntas en cualquier sentido por el traslape horizontal y vertical. Con esto evitamos el uso de aplanados o calafateo de las juntas.

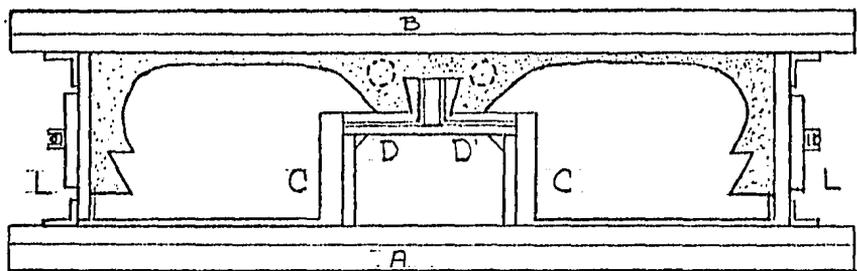
El molde es una caja rectangular de madera, formada por ocho piezas, las superficies que están en contacto con la mezcla se forran de lámina, clavada a la madera o atornillada, se tienen unas tuberías en el molde que pueden usarse o no, para dar un acabado fino, se propone la siguien

secuencia para la fabricación:

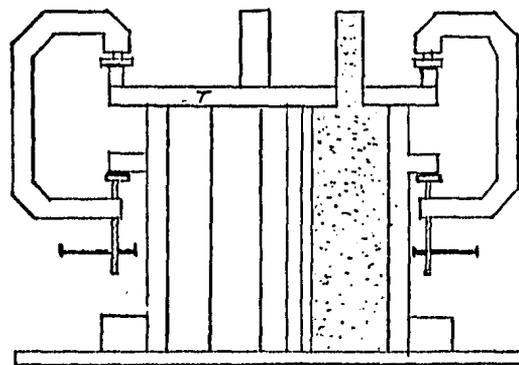
- 1º Se aplica aceite al molde
 - 2º Se principia a colocar la mezcla en el molde (al igual que en el adoquin se puede reducir el azufre y usar te zontle de 1/4" (6.3 mm.)).
 - 3º Casi lleno el molde se coloca la tapa y por los tubos se continua el colado o en forma alterna colar por las perforaciones de la tapa, evitando la limpieza de los tubos por uso.
 - 4º Despues de 10 min. si se usaron los tubos, se da una vuelta al mismo para fracturar el material que quedo dentro, calentando los tubos en un baño de azufre líquido.
- Si la pieza fue colada sin los tubos, se quita la tapa y se rompe el cilindro del material con un golpe de cincel.
- 5º Para evitar romper el bloque se desmoldea totalmente despues de 20 minutos.

Para la construcción se recomienda recortar piezas a una altura de 10cm. , las que sirven de inicio y van ahogandose a la cimentación, para continuar esta liga se pue den fijar anclas a la dala a cada 60 cm. y colar las anclas hasta 3 hiladas de bloque, es conveniente que la da-

la quede a nivel y las piezas con protuberancias se rebajen con un esmeril que puede ser portátil, en 8hrs. se fabricaron 50 piezas usando un solo molde, lo que da un muro de 3.0m. de largo por 1.0m. de altura, despues de unir a la cimentación una persona tarda alrededor de una hora - en construirlo.



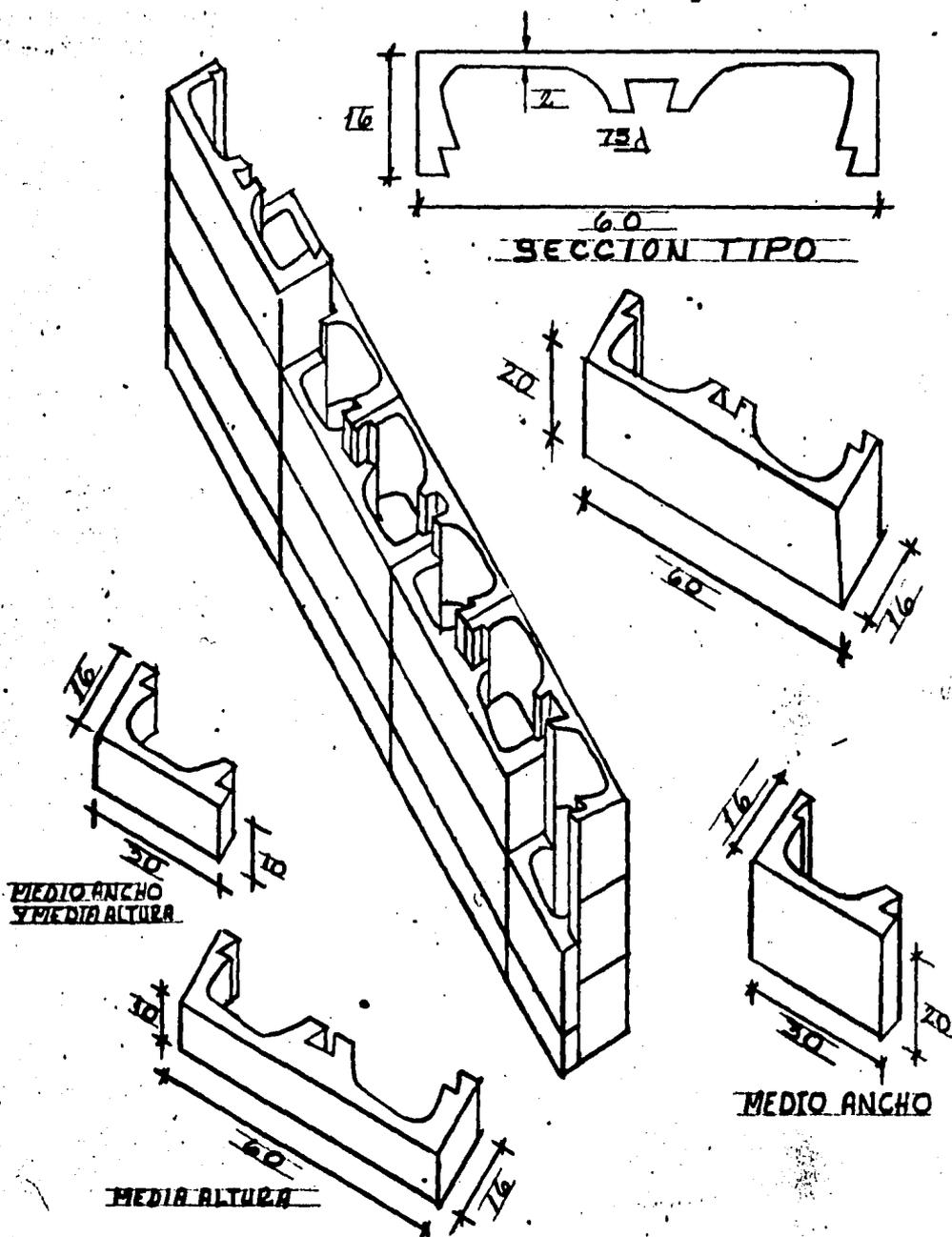
PLANTA DEL MOLDE



- A: Lado de soporte
- B: Frente
- C: Cimbras interiores
- D: Cuñas
- L: Laterales
- T: Tapa

CORTE

MOLDE PARA BLOCK TRABABLE



ENSAMBLADO DE UN MURO DE
BLOCK TRABABLE DE AZUFRE

2). ELEMENTOS A BASE DE MATERIALES TRADICIONALES.

En esta sección se presentan experiencias de aplicaciones en otros países, a los materiales tradicionales como son la piedra y la tierra, materiales que se van alejando de los usos en construcción y se llega al consumo de bloques prefabricados que posiblemente sean más costosos, pero hay que hacer notar que la publicidad influye en este caso. Además que las posibilidades de construcción y nuevas formas y procesos no se habían investigado.

Es factible pensar que el ser humano construyera su casa, influenciado por la publicidad y no construyera algo adecuado a sus necesidades, posibilidades y condiciones ambientales. Hay que tomar en cuenta que los medios de comunicación tienen una gran influencia, como las construcciones en serie son más económicas los componentes también lo son, además dichas construcciones son dirigidas por técnicos, pero si alguna persona trata de edificar algo perecido, careciendo de los conocimientos técnicos indispensables, sin duda le saldra a un precio más elevado y quizá no cumpla las funciones necesarias, se intenta mostrar que la construcción debe ir ligada a las necesidades del individuo y no a las necesidades del constructor, debiendo tomarse en cuenta las condiciones socia

les, económicas y físicas del lugar. Por condiciones físicas se entiende la climatología y materiales propios del mismo.

Por lo que es menester investigar nuevas formas y procesos para la utilización de la tierra y la piedra o mampostería, se hace necesario un estudio de revalorización de estos materiales.

AD La Tierra en la Construcción.

Como se mencionaba anteriormente, se van desaprovechando productos tradicionalmente usados en la autoconstrucción, la tierra en nuestro país fue usada en provincia para solventar el problema de vivienda, ahora que la tecnología se reserva el derecho de la producción en masa, se ha ido desechando el uso de este material.

En el año de 1979, la Universidad Autónoma de Baja California, presentó los resultados de una investigación realizada en la Facultad de Arquitectura, en cuanto a la revalorización de la tierra y su uso en la autoconstrucción, el estudio fue encaminado a la producción de bloques de arcilla (adobes), en este caso se tomarán únicamente los resultados y se presenta una breve des-

cripción de las pruebas realizadas. A continuación se men
cionan dichas pruebas.

- Límite líquido
- Límite plástico
- Índice plástico
- Contracción lineal

Va que por medio de ellas, es posible determinar el comportamiento aproximado del suelo de trabajo.

Límite líquido.

Para determinar el límite líquido de un suelo se rea
liza el procedimiento siguiente:

- 1º Se toman 100 gr. de material que pasa la malla # 40, se coloca en una cápsula de porcelana y con una espátu
la, se hace una mezcla pastosa, homogénea y de consis-
tencia suave, agregándosele pequeñas cantidades de
agua durante el mezclado.
- 2º Una parte de la mezcla se coloca en la copa de "Casa-
grande" formando una torta aislada de un espesor de un
centímetro de la parte de máxima profundidad.
- 3º El suelo colocado en la capa se ranura, el ranura

dor debe ir normal a la superficie de la copa y con un movimiento en dirección descendente.

4º Hecha la ranura sobre la mezcla, se acciona la copa a razón de 2 golpes por segundo, hasta completar 25 y a este número de golpes la ranura se cierre a 1.27 cm. (1/2"). En caso contrario se recoge el material y se le agrega más agua o se pone a secar.

Cuando la ranura se cierre a 1.27 cm. con los golpes especificados, se extrae una parte y se pesa, se seca en un horno y se vuelve a pesar.

El límite líquido se calcula así:

$$LL. = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 = \frac{P_w}{P_s} 100$$

LL : Límite líquido en %

P_n : Peso de la muestra húmeda en gramos

P_s : Peso de la muestra seca en gramos

P_w : Contenido de agua en la muestra en gramos

Límite plástico.

Se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada

al horno, por el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semi-sólido a un estado plástico, la secuencia es la siguiente.

- 1º Obtener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable, del sobrante de la prueba anterior.
- 2º Se forma una bola que deberá rodillarse en la palma de la mano o en un vidrio, para formar filamentos de 3.17 mm (1/8") sin romperse, el proceso se continúa hasta que los filamentos se rompan al momento de alcanzar, 1/8", se toman los trozos y se pesan, se secan en horno y se vuelven a pesar.
- 3º Determinar la humedad correspondiente al límite plástico.

$$L.P. = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

L.P. : Peso de los filamentos húmedos en gramos

P.S. : Peso de los filamentos secos en gramos

P.W. : Peso del agua contenida en los filamentos

Índice Plástico

Se define como la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedad de

tro del cual se encuentra un estado plástico.

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad, calidad y tipo de arcilla, en cambio el índice plástico depende en mayor medida de la cantidad de arcilla del suelo muestreado. Al comparar el índice de plasticidad con el que marca las especificaciones en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), se puede indicar si un suelo es adecuado para cierto uso.

Contracción Lineal.

Se define como el por ciento de contracción, con respecto a la dimensión original, que sufre una barra de suelo de 2 cms. X 2 cms. X 10 cms. al secarse en un horno a 100-110°C, desde una humedad equivalente a la humedad del límite líquido hasta el límite de contracción. La secuencia es la siguiente.

- 1º Con la misma pasta usada en la determinación del límite líquido, se llena un molde de 2cm. X 2cm. X 10cm., haciendo el llenado en 3 capas y se deja al aire libre después de enrasado, posteriormente de dejarlo un tiempo al aire libre se seca en horno.

2º Estando el material seco se extrae de la barra y se mi
de su longitud (L_2)

3º La relación entre la longitud que se contra
jo y la ini
cial multiplicada por 100, nos da el porcentaje o con
tracción lineal del suelo.

$$C.L. = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

C.L.: Contracción lineal

L_1 : Longitud inicial (antes de colocar la pieza en el
horno).

L_2 : Longitud final (al retirar la pieza del horno).

Posteriormente, ya familiarizados con la metodología para efectuar las pruebas físicas y conocer su comportamiento, se procede a clasificar el suelo en base a los pa
rámetros del S.U.C.S., el cual distingue a los suelos de partículas gruesas con las de partículas finas al reali
zar el cribado en la malla 200, si más del 50% del suelo grueso es retenido o en caso contrario más del 50% pasa -
la malla 200.

Para identificar los suelos en esta gráfica, se designa por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son los iniciales de los nombres ingleses de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican subdivisiones de dichos grupos.

Entre los suelos de partículas gruesas se encuentran las arenas y las gravas, mientras que entre los suelos de partículas finas se encuentran los limos y arcillas. La clasificación del S.U.C.S., divide los suelos finos en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido menor de 50%, en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido mayor del 50% y en un grupo para los suelos finos altamente orgánicos.

1º Si el límite líquido del suelo es menor de 50% se comprende que se tiene un suelo de compresibilidad media o baja y se añade el sufijo "L" (Low compresibility) a los sufijos M, C y O, obteniéndose las siguientes combinaciones .

ML - Limos inorgánicos de baja compresibilidad

CL - Arcilla inorgánica de baja compresibilidad

OL - Límos orgánicos de baja compresibilidad

2º Si el límite líquido es mayor de 50%, es decir si el suelo es de compresibilidad alta, se añade el sufijo "H" (high compressibility) a los prefijos M, C y O, obteniéndose así los símbolos :

MH - Límos inorgánicos de alta compresibilidad

CH - Arcilla de gran compresibilidad

OH - Límos orgánicos de alta compresibilidad

Los suelos altamente orgánicos como las turbas, se designan con el símbolo Pt.

A partir de los datos de índice plástico y límite líquido de un suelo y con la tabla del S.U.C.S., se obtiene en forma general los siguientes datos.

- Resistencia en estado seco (características al rompimiento)
- Movilidad del agua (reacción al agitado)
- Tenacidad (constancia cerca del límite plástico)

Para esto es necesario ubicar en la Carta de Plasti

idad para la Clasificación de Suelos de Partículas Finas en el laboratorio, las coordenadas del límite líquido e índice plástico de la muestra de suelo y localizar su punto de intersección dentro de las diferentes zonas en que dicha carta esta dividida. Cada una de estas zonas esta identificada por el símbolo correspondiente al material que se encuentra dentro de ellas. Con este símbolo se pasa al área de identificación de la misma tabla, donde se encuentran los datos buscados. La tabla del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) en la parte que interesa a este trabajo (suelo de partículas finas), se proporciona al final de esta sección.

Se pretende mostrar a grandes rasgos la secuencia de clasificación de suelo, como realizar el muestreo en caso de que se tengan los elementos necesarios para proceder a una clasificación en forma adecuada y así realizar una buena aplicación.

Una vez conocidas las características del material, se empieza a realizar proporciones de estabilizante y a conocer su efecto en el suelo muestreado, por medio de pruebas físicas en el laboratorio.

Se llama estabilizante el material que al combinarse

con otro le sirve para mejorar sus condiciones físico-químicas, el material a estabilizar en este caso es la arcilla, el estabilizante actúa en la mezcla a manera de aglutinante entre las partículas aumentando su cohesión. Como estabilizante se pueden emplear arena, cal, cemento y azufre, pretendiéndose lograr los siguientes objetivos.

- Reducir la contracción natural del material
- Aumentar o mantener la cohesión de las partículas del material.
- Aumentar la resistencia al intemperismo.

Se prueban varias mezclas de arcilla con cada uno de los estabilizantes, para obtener la contracción lineal, anteriormente se menciona el método para obtener este parámetro. También se aumenta la cohesión con materiales fibrosos como paja, estiércol, cascarilla de algodón, etc.

Posteriormente se realizan pruebas de absorción en las mezclas, se recomienda como óptima la siguiente proporción.

Arcilla	62.4%
Cal	6.3%

estiercol

31.3%

La proporción anterior se tiene como la más económica y por su facilidad de mezclado, así como por sus resultados mecánicos, la más óptima.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS						
PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA NO.40				SIMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRE TIPICO	EQUIVALENCIAS DE SIMBOLOS L-Baja compresibilidad O-Suelos organicos H-Alta compresibilidad C-Arcillas M-Limos
	RESISTENCIA EN EDD. SECO (Características al rompimiento)	DILATACION (Reacción al agitado)	TENACIDAD (Consistencia cerca del Limite plastico)			
SUELOS DE PARTICULAS FINAS MAS DE LA MITAD PASA LA MALLA 200	LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA	ML	Limos inorganicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos pasticos.
		MEDIA A ALTA	NULA MUY LENTA	MEDIA	CL	Arcillas inorganicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
		LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	OL	Limos organicos y arcillas limosas organicas de baja plasticidad.
	LIMOS Y ARGILLAS LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	MH	Limos inorganicos, limos micaceos o diatomeos, limos elasticos.
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	CH	Arcillas inorganicas de alta plasticidad, arcillas francas.
		MEDIA A ALTA	NULA MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	OH	Arcillas organicas de media o alta plasticidad, Limos organicos de media plasticidad.

COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO LA TENACIDAD Y LA RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO.

CARTA DE PLASTICIDAD PARA CLASIFICACION DE SUELOS DE PARTICULAS FINAS EN EL LABORATORIO

a) El adobe

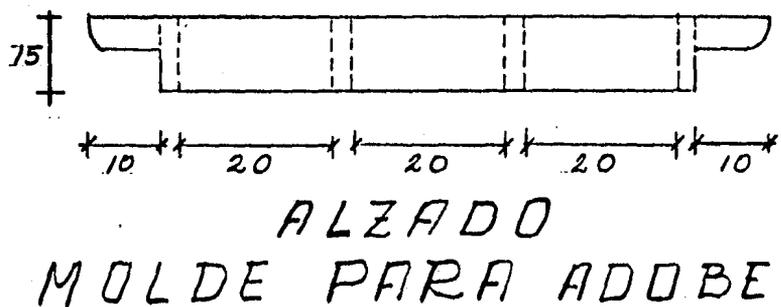
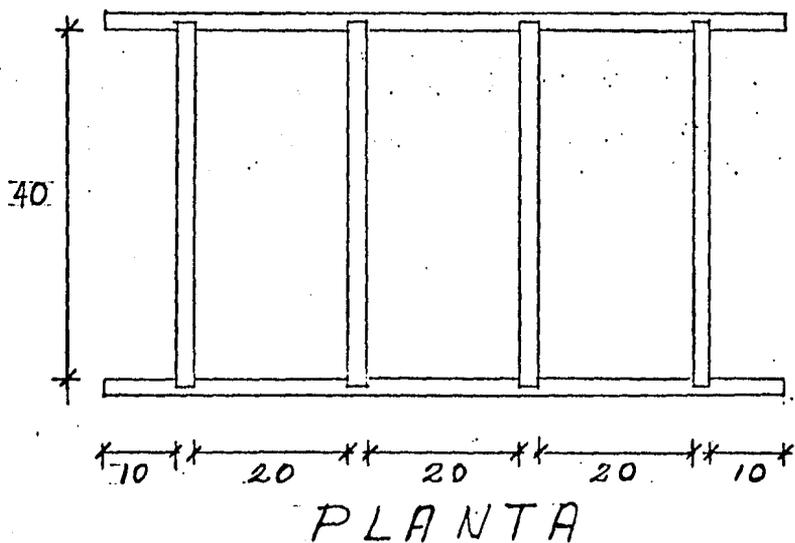
A pesar de presentar unas características mecánicas muy aceptables la construcción con elementos de tierra como el -- adobe, se ha evitado la promoción o difusión de autoconstrucción con elementos a base de suelo estabilizado, con la proporción que se menciona anteriormente se obtiene una resistencia a compresión de 32.61 Kg/cm^2 y una resistencia a tensión de 7.31 Kg/cm^2 , elementos que cumplirían con los requerimientos mínimos especificados por el Reglamento de Construcción -- del D.F.

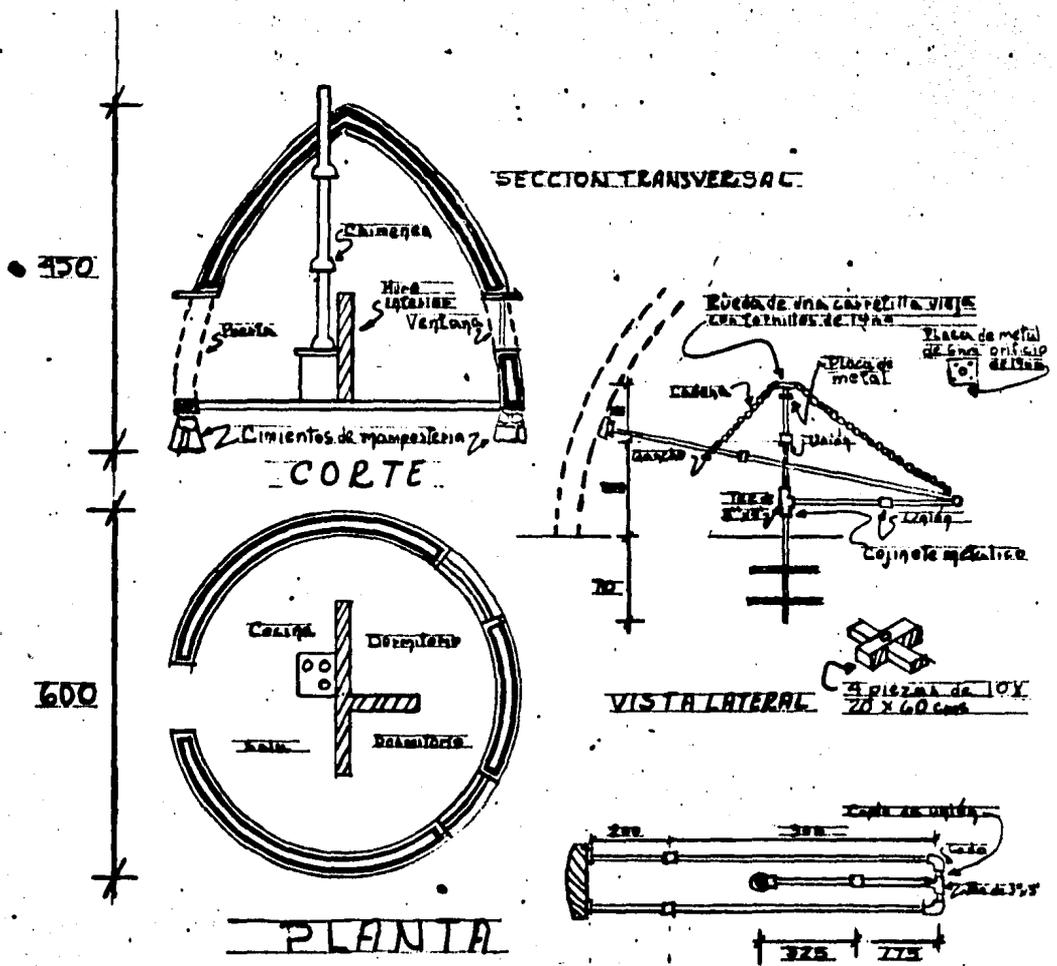
Como ya se presentó la dosificación adecuada, únicamente se propone una secuencia de elaboración para la producción de los adobes.

- 1º Se limpia perfectamente el molde con agua.
- 2º Se coloca en el lugar donde se llenará, a menos que se moldee sobre bases que permitan trasladar la pieza.
- 3º Se coloca la mezcla en el molde y se golpea para lograr -- una colocación homogénea dentro de él.
- 4º Se enrasa la mezcla sobrante del molde con un pedazo de tabla.
- 5º Se saca el molde vibrándolo con las manos.

6º Los adobes se dejan secar protegiéndolos de los rayos del sol, para evitar que la pieza se fracture por pérdidas rápidas de humedad.

Se presenta una aplicación de los adobes en una casa con cúpula, la secuencia constructiva es muy elemental y se puede entender en la figura.





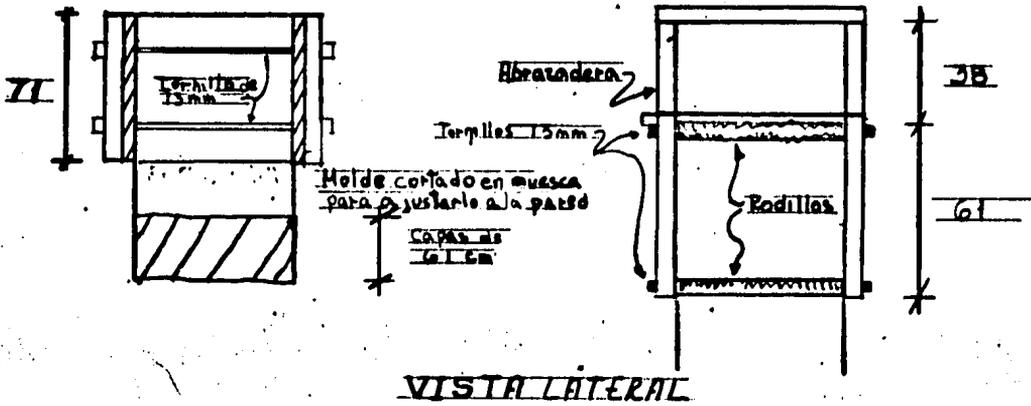
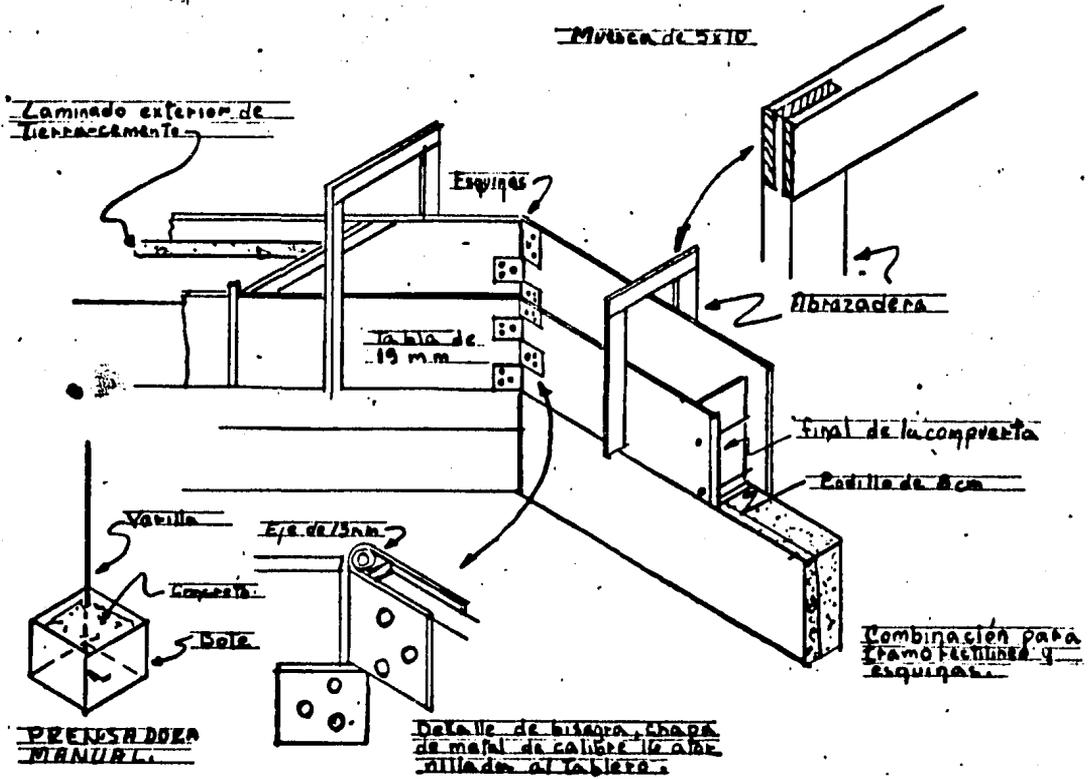
CUPULA DE ADOBE

b) Paredes de tierra prensada.

Otra nueva aplicación que se le podría dar al estudio de la tierra estabilizada, es el de las paredes de tierra prensada. Este método fue experimentado por el profesor John Kirkhan, Ingeniero Civil, de Stillwater, Oklahoma, estabilizado el suelo usado con un cementante que varía entre 7 y 8%.

La construcción a base de tierra apisonada es uno de los métodos mas viejos del mundo, en cuanto a construcción se refiere, y a la vez un método sencillo, basandose en la construcción de paredes continuas prensando tierra humeda, en moldes de madera robusta o metal, deslizandole la cimbra hacia arriba o hacia un lado. El prensado se realiza indistintamente a mano o con prensas neumáticas, considerando que la sección construída ha sido completada cuando el ruido producido por la herramienta de prensado pasa de ser un golpe sordo a un sonido claro y resonante, es recomendable el uso de una presadora neumática por la rapidez que representa su empleo.

A continuación se presenta una cimbra tipo, que permite la construcción de esquinas.



MOLDE PARA TIERRA PRENSADA

B) Muros de Mampostería.

En esta sección del trabajo mencionaremos los bloques de mampostería no naturales (blocks de concreto y tabicones), así como los bloques naturales o piedras, recordemos que el concreto puede considerarse una piedra artificial. La piedra es el material más natural de los elementos usados en construcción, así que es razonable suponer que en áreas donde hay abundancia de roca, sería un grave error tratar de construir bloques de tierra estabilizada.

Como se mencionaba anteriormente también se tratará la fabricación de bloques y tabicones por medio de una prensadora manual desarrollada por Paul Ramírez, ingeniero chileno, que ideó una prensadora mecánica, ligera, autotransportable y fácil de manejar. Debido a que únicamente se cuenta con una vista general de la máquina, se propone un diseño sencillo y fácil de fabricar.

La prensadora puede producir bloques o adobes de tierra estabilizada, tabicones y bloques de concreto. Para los tabicones y bloques de concreto se propone la siguiente dosificación.

Cemento

50 Kg.

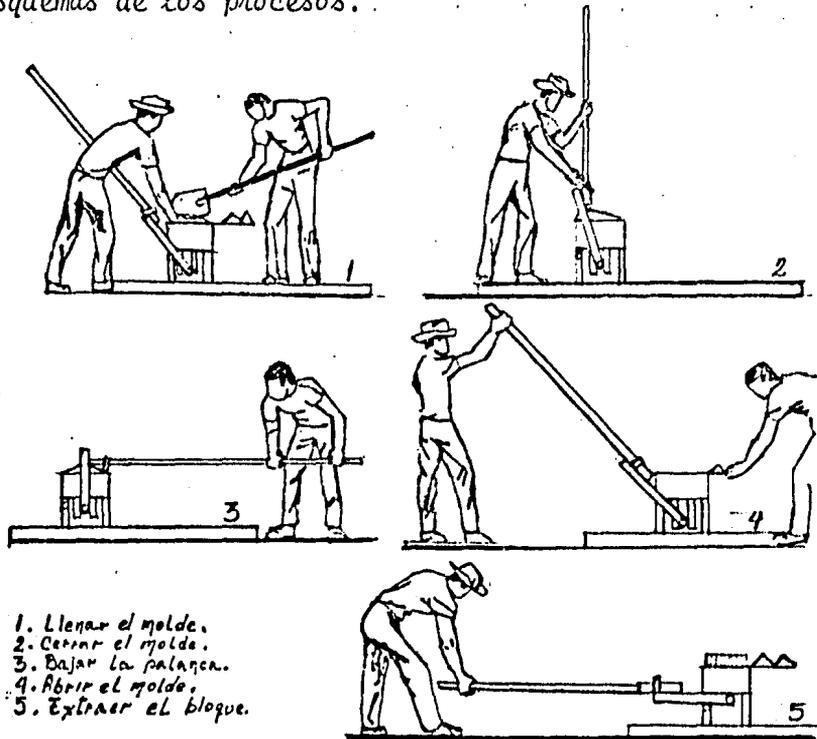
Arena	150 Lt.
Gravilla de tezontle o tepetate	150 Lt.

Lo que nos proporciona una resistencia adecuada del elemento constructivo, en la parte final se incluye diagramas de la prensadora y su secuencia de uso.

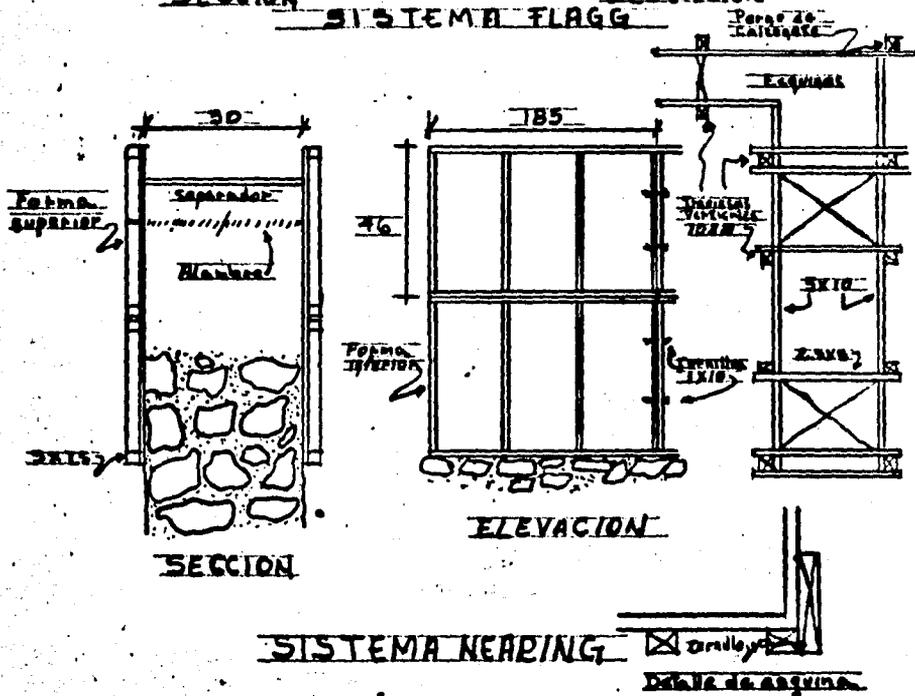
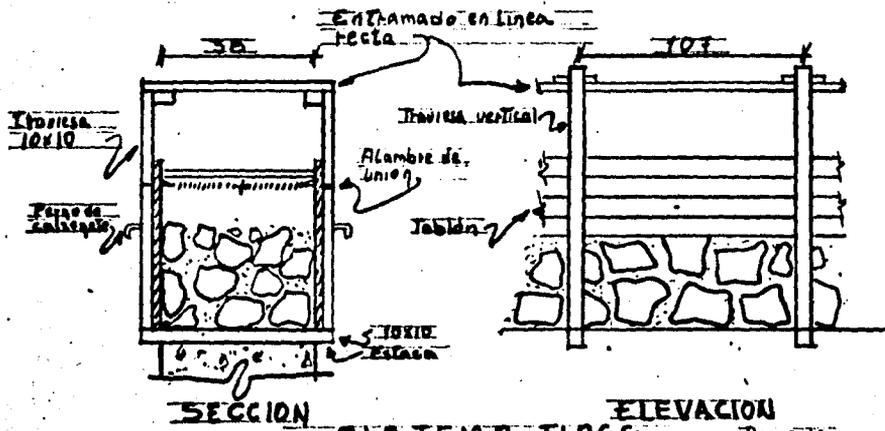
Por lo que respecta a las mamposterías naturales, se recomienda su uso en construcción únicamente cuando se cuente con una abundancia en el lugar de este material, pues en caso contrario resultaría contraproducente a la economía del autoconstructor.

Para la construcción de paredes de mampostería natural, el Arquitecto Ernest Flagg, ideó un sistema novedoso que reduce el tiempo de construcción de una pared de mampostería, a base de un molde que está vinculado y reposado sobre puntales de 10 X 10 cm., empotrados en los cimientos, unidos con cintas de 5 X 10 cm. ó de 10 X 10 cm., también se tienen cintas en forma horizontal donde se detiene la cimbra deslizante (tablones de 5 X 15 cm. ó 5 X 20 cm.), que cuando la capa de piedra horizontal alcanza la altura indicada se desliza hacia arriba.

La piedra mayor en la práctica se coloca en la cara exterior y el espacio restante se rellena con un concreto - pobre (1 parte de cemento, 5 de arena y 10 de grava). Otra forma ideada, fue la que aplicaron Helen y Scott Nearing, la que utiliza cimbra contrachapada, cuando se alcanza el nivel de la segunda sección de la cimbra, se corta el amarre y el molde inferior se coloca sobre el superior y se colocan nuevos separadores y amarres, repitiendo la acción hasta lograr una altura deseada. A continuación se presentan esquemas de los procesos.



SECUENCIA DEL USO DE LA PRENSADORA



MOLDES PARA PAREDES DE PIEDRA

III. FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA.

Ante una creciente demanda de energéticos y la necesidad de proporcionar un aumento en el nivel de vida de una población, con formas de energía económicas y que no se deriven de los hidrocarburos. Se ha suscitado gran interés por el estudio de nuevas fuentes de energía, que en un futuro puedan sustituir ampliamente a las fuentes tradicionales, algunas aún no se optimizan en cuanto a economía se refiere, pero es indudable el esfuerzo que se realiza para que en un futuro lleguen a sustituir a fuentes con probabilidad de agotarse. Este capítulo trata de algunas fuentes alternas de energía con posibilidad de utilizarse e incorporarse a programas de zonas marginadas del país.

1) ENERGIA SOLAR

A) Generalidades

El sol es una fuente energética aún no investigada ampliamente, debido a la facilidad de explotación de fuentes tradicionales como son los hidrocarburos. Sin embargo hay que reconocer que se han investigado otras fuentes como son la energía atómica y la geotérmica, haciéndose una implementación gradual a la tecnología existente, pero hay que recordar que su utilización es

riesgosa y de costo bastante elevado. Y que su control se reserva a países con cierto grado de desarrollo tecnológico y se presta a las presiones políticas y económicas propias de esta característica, incluso hay que recordar que no todos los países cuentan con reservas de material radioactivo que apoyen el viraje y gran inversión a esta nueva fuente de energía.

Por las razones anteriores, es necesario profundizar las investigaciones sobre energía solar como una fuente alterna principal que puede ser transformada de luz y calor en energía eléctrica y mecánica, que son las energías en que se ha basado principalmente el desarrollo de la humanidad. Pero la energía solar no llega a todo el mundo con la misma intensidad, nuestro país es privilegiado con su ubicación dentro de las tres regiones de mayor insolación anual, existe ya un inventario de la radiación solar media diaria, mediante datos de horas de insolación presentado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, al final de esta sección se incluye el mapa de radiación media anual, en caso de requerirse una información exacta para determinada época del año se recomienda consultar el informe mencionado anteriormente.

Otra información básica que es necesario conocer es la trayectoria aproximada del sol durante el año, en general se trabaja con las cuatro estaciones del año causadas por el movimiento de traslación de la tierra. A grandes rasgos el movimiento de la tierra forma una elíptica en la que el sol es uno de los focos, los puntos en los que la tierra tiene una posición cercana o alejada del sol son llamados apsides, perihelio y afelio respectivamente.

El movimiento elíptico de la tierra, se realiza en el plano de la eclíptica la cual tiene una inclinación de $23^{\circ}27'$ con respecto al plano ecuatorial. Relacionado lo anterior, el invierno y el verano en el hemisferio norte, se inician cuando la tierra se encuentra en los puntos más cercano y más alejado al sol respectivamente, conocidos éstos fenómenos como solsticios, mientras que el otoño y la primavera se inician en los equinoccios cuando la distancia al sol es intermedia, en todo lo descrito en estas generalidades se incluyen figuras al final.

Es importante saber utilizar la información anterior para poder determinar la posición del sol en las épocas del año que sean de interés, hay que hacer mención

que la ruta del sol cambiará su posición en círculo paralelo entre los solsticios de invierno y verano de acuerdo a la fecha, declinación y latitud.

Existen varias formas para determinar la ruta aparente del sol y proyectar la bóveda celeste imaginaria, para este trabajo se eligió la Proyección Geométrica Solar, que se realiza por el método ortográfico y que es una proyección geométrica correcta de la bóveda celeste, el único inconveniente es una contracción hacia la orilla, dificultándose la lectura y la representación gráfica, notándose más cuando la latitud se incrementa.

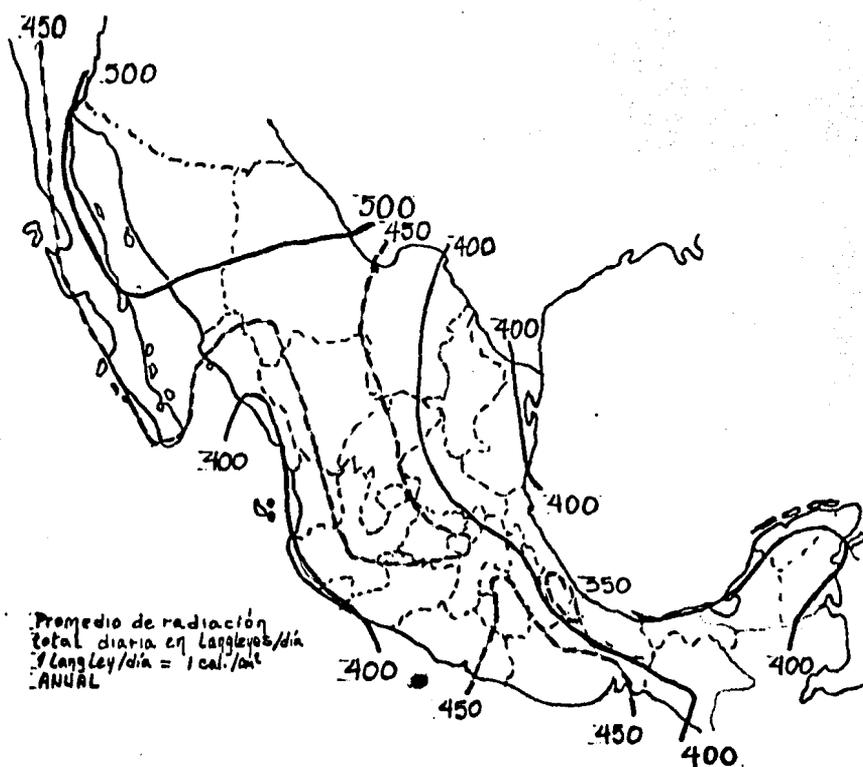
En forma general la secuencia es la siguiente.

- 1º En la gráfica de proyección vertical observamos la proyección de la bóveda celeste, dividida por una línea considerada el horizonte, la bóveda está graduada de 00° a 90° , siendo la máxima altura 90° .
- 2º Para conocer la posición del sol en un día determinado, se variará la apertura angular dejando fija la línea de equinoccios (punto 1) y desplazando los puntos 2 y 2', conociendo de antemano la declinación del día, ya que los límites

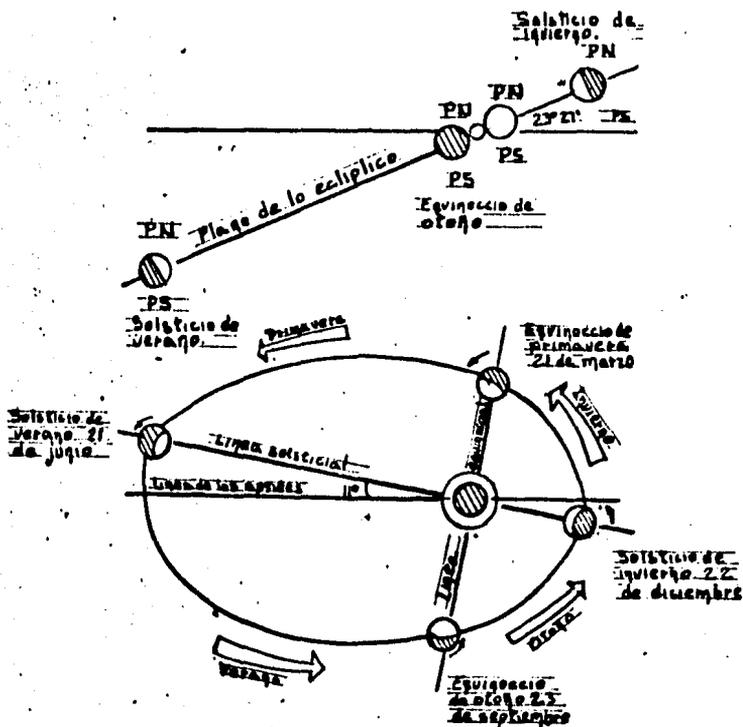
de los puntos 2 y 2' se tienen fijados por el ángulo $23^{\circ} 27'$ que indican los solsticios de invierno y verano, conociendo pues la declinación del día solo bastará trazar el ángulo y cruzarlo con el perímetro de la circunferencia y finalmente trazar una línea paralela a la línea de los equinoccios a partir de los cruces de los ángulos y la circunferencia. Otra forma sería dividir los límites 2 y 2' en el número de días que hay del solsticio de invierno al solsticio de verano.

- 3^o Las horas están determinadas por círculos que parten a unirse en los polos astronómicos, si dividimos los círculos a cada 15° , cruzando los círculos de los días (vista lateral) y uniéndolos con la vista fontral, esto para cada uno de los días elegidos, nos proporcionan las secciones de circunferencia que marcan las horas de cada uno de los días en la ruta del sol. Es necesario hacer notar que las horas coinciden en la vista frontal, es decir que las 9 y las 15 horas por ejemplo coinciden.
- 4^o Por lo que respecta a conocer la referencia horizontal (h) y la vertical (h), se traza una línea paralela al horizonte y se cruza la circunferencia con la proyección del día y hora elegido, determinándose la altura del sol (h), por lo que respecta a la dirección de incidencia de los rayos

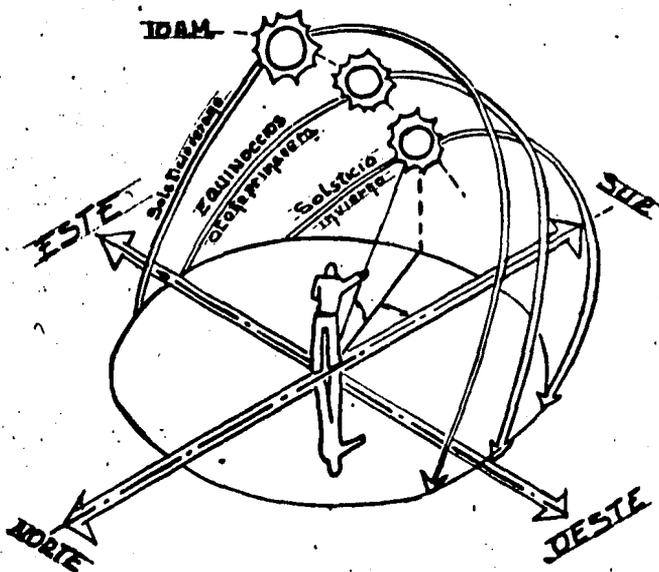
del sol o azimut (a), se localiza en la proyección horizontal, este último paso es más comprensible si se revisan las figuras del final, al mismo tiempo que se hace la lectura de la secuencia anterior, también se incluye el cálculo de h y a para las latitudes en las que se encuentra ubicado nuestro país.



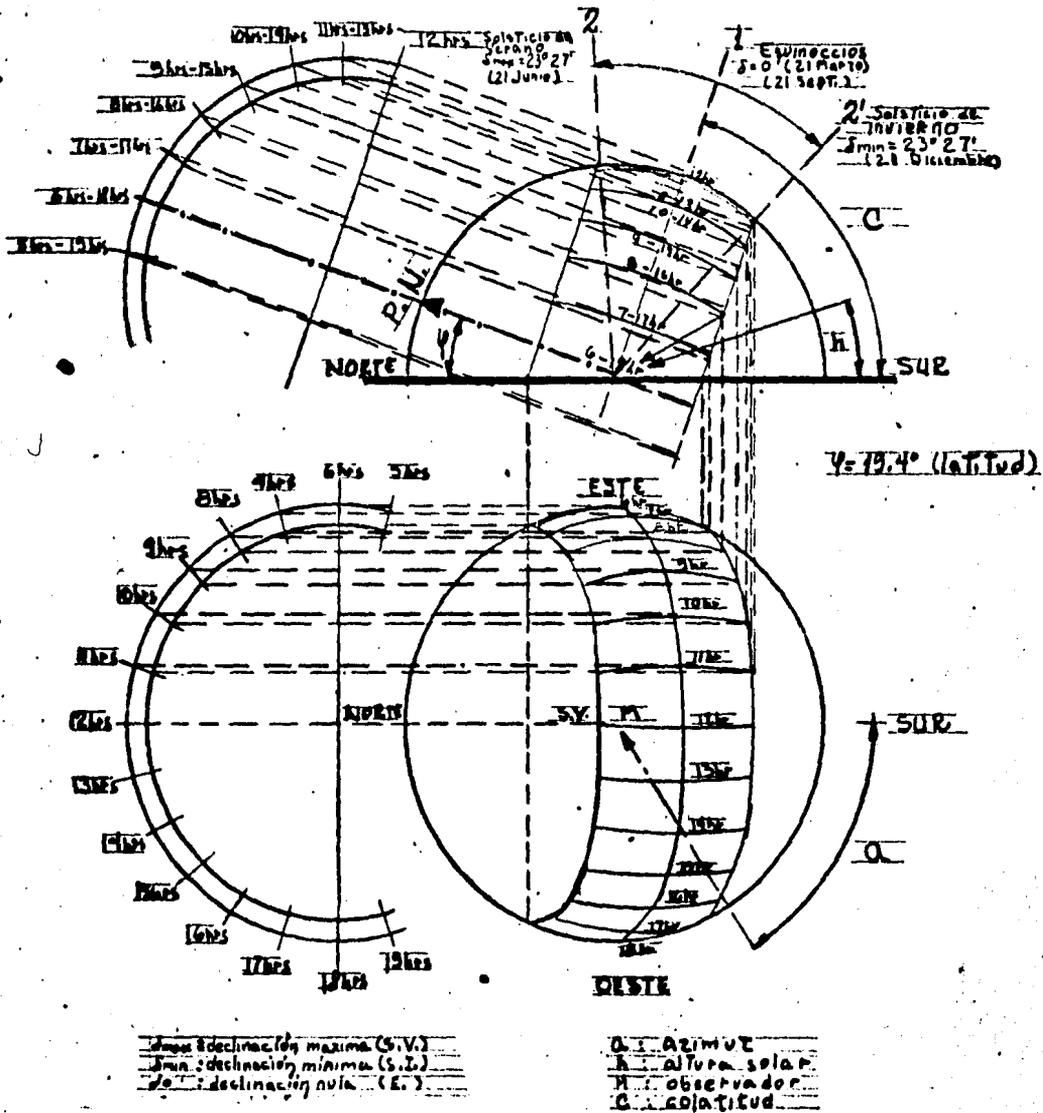
RADIACION SOLAR MEDIA EN LA REPUBLICA MEXICANA



MOVIMIENTO DE TRANSLACION TERRESTRE



RECORRIDO Y POSICION DEL SOL DE ACUERDO A LAS ESTACIONES DEL AÑO



GEOMETRIA SOLAR

LATITUD 16° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	6° 51'	14° 24'	19° 45'
6:00	6° 15'	0° 00'	6° 17'
7:00	19° 43'	14° 24'	6° 48'
8:00	33° 24'	28° 43'	19° 20'
9:00	47° 09'	42° 49'	30° 55'
10:00	60° 52'	56° 21'	40° 50'
11:00	74° 06'	68° 12'	47° 54'
12:00	82° 41'	74° 00'	50° 33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	116° 41'	94° 13'	70° 18'
6:00	112° 30'	90° 00'	67° 21'
7:00	109° 32'	85° 46'	63° 11'
8:00	107° 42'	80° 57'	57° 21'
9:00	107° 14'	74° 35'	49° 07'
10:00	109° 34'	64° 28'	37° 19'
11:00	119° 46'	44° 11'	20° 45'
12:00	180° 00'	0° 00'	0° 00'

LATITUD 18° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	5° 57'	14° 15'	20° 24'
6:00	7° 01'	0° 00'	7° 03'
7:00	20° 23'	14° 15'	5° 54'
8:00	33° 95'	28° 23'	18° 15'
9:00	47° 43'	42° 15'	29° 36'
10:00	61° 29'	55° 27'	39° 14'
11:00	75° 00'	66° 43'	46° 02'
12:00	84° 41'	72° 00'	48° 33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	116° 53'	94° 44'	71° 00'
6:00	112° 17'	90° 00'	67° 34'
7:00	108° 51'	85° 16'	62° 59'
8:00	106° 25'	79° 53'	56° 47'
9:00	105° 08'	72° 49'	48° 15'
10:00	105° 52'	61° 50'	36° 19'
11:00	104° 59'	40° 55'	20° 00'
12:00	180° 00'	0° 00'	0° 00'

LATITUD 19.4°N

ANGULOS VERTIVALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	5°19'	14°07'	20°51'
6:00	7°33'	0°00'	7°35'
7:00	20°50'	14°07'	5°15'
8:00	34°22'	28°08'	17°29'
9:00	48°04'	41°50'	28°39'
10:00	61°50'	54°46'	38°06'
11:00	75°30'	65°39'	44°43'
12:00	86°05'	70°36'	47°09'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°00'	95°05'	71°30'
6:00	112°12'	90°00'	67°45'
7:00	108°21'	84°54'	62°51'
8:00	105°30'	79°68'	56°24'
9:00	103°38'	71°37'	47°40'
10:00	103°22'	60°15'	36°39'
11:00	108°18'	38°53'	19°31'
12:00	180°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 20° N

ANGULOS VERTIVALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	5°03'	14°04'	21°03'
6:00	7°46'	0°00'	7°49'
7:00	21°01'	14°04'	4°59'
8:00	34°31'	28°01'	56°15'
9:00	48°12'	41°38'	28°15'
10:00	61°58'	54°28'	37°37'
11:00	75°40'	65°11'	44°09'
12:00	86°41'	0°00'	0°00'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°03'	84°45'	71°43'
6:00	112°02'	90°00'	67°49'
7:00	108°08'	84°45'	62°48'
8:00	105°07'	78°50'	56°15'
9:00	102°59'	71°07'	47°26'
10:00	102°16'	59°21'	35°23'
11:00	106°04'	38°04'	19°19'
12:00	180°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 22° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	4°08'	13°53'	21°04'
6:00	8°31'	0°00'	8°34'
7:00	21°37'	13°53'	4°04'
8:00	35°01'	27°37'	16°02'
9:00	48°37'	40°58'	26°53'
10:00	62°20'	53°24'	35°59'
11:00	76°06'	63°35'	42°16'
12:00	88°41'	68°00'	44°33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°12'	95°44'	72°27'
6:00	111°46'	90°00'	68°05'
7:00	107°23'	84°16'	62°40'
8:00	103°46'	77°47'	55°45'
9:00	100°47'	69°27'	46°40'
10:00	98°32'	57°01'	34°32'
11:00	98°17'	35°34'	18°42'
12:00	180°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 24° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	3°13'	13°40'	22°15'
6:00	9°15'	0°00'	9°18'
7:00	22°13'	13°40'	3°09'
8:00	35°29'	27°10'	14°54'
9:00	48°57'	40°14'	25°31'
10:00	62°33'	52°17'	34°19'
11:00	76°15'	61°56'	40°22'
12:00	89°19'	66°00'	42°33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°19'	96°13'	73°14'
6:00	111°29'	90°00'	68°23'
7:00	106°37'	83°46'	62°33'
8:00	102°23'	76°47'	55°18'
9:00	98°32'	67°52'	45°57'
10:00	94°44'	54°50'	33°44'
11:00	90°11'	33°22'	18°09'
12:00	0°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 26° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	2°18'	13°27'	22°49'
6:00	9°59'	0°00'	10°02'
7:00	22°46'	13°27'	2°14'
8:00	35°53'	26°42'	13°45'
9:00	49°12'	39°27'	24°07'
10:00	62°39'	51°06'	32°39'
11:00	76°06'	60°14'	38°27'
12:00	87°00'	64°00'	40°33'

ANGULO ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117° 4'	96°42'	74°02'
6:00	111°10'	90°00'	68°42'
7:00	105°49'	83°18'	62°28'
8:00	100°59'	75°47'	54°53'
9:00	96°14'	66°19'	45°17'
10:00	90°53'	52°47'	33°00'
11:00	97°53'	31°26'	17°39'
12:00	180°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 28° N

ANGULOS VERTICALES

HORAS	VERANO	OTONO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	1°22'	13°12'	23°21'
6:00	10°42'	0°00'	10°46'
7:00	23°18'	13°12'	1°18'
8:00	36°14'	26°11'	12°36'
9:00	49°23'	38°38'	22°42'
10:00	62°37'	49°52'	30°58'
11:00	75°42'	58°31'	36°33'
12:00	85°19'	62°00'	38°33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTONO PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°27'	97°10'	74°51'
6:00	110°50'	90°00'	69°02'
7:00	105°00'	82°49'	62°25'
8:00	99°33'	74°50'	54°30'
9:00	93°55'	64°51'	44°41'
10:00	92°59'	50°53'	32°20'
11:00	105°44'	29°43'	17°11'
12:00	0°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 30° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTOÑO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	0°27'	12°57'	23°52'
6:00	11°24'	0°00'	11°28'
7:00	23°48'	12°57'	0°23'
8:00	36°33'	25°39'	11°26'
9:00	49°29'	37°45'	21°16'
10:00	62°27'	48°35'	29°16'
11:00	75°02'	56°46'	34°38'
12:00	83°19'	60°00'	36°33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTOÑO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°29'	97°37'	75°42'
6:00	110°28'	90°00'	69°24'
7:00	104°10'	82°22'	62°23'
8:00	98°06'	73°53'	54°09'
9:00	91°35'	63°23'	44°07'
10:00	96°49'	49°06'	31°43'
11:00	112°58'	28°11'	16°46'
12:00	0°00'	0°00'	0°00'

LATITUD 32° N

ANGULOS VERTICALES (h)

HORAS	VERANO	OTOÑO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	0°28'	12°40'	24°20'
6:00	12°06'	0°00'	12°10'
7:00	24°17'	12°40'	0°32'
8:00	36°48'	25°05'	10°15'
9:00	49°30'	36°50'	19°50'
10:00	62°09'	47°15'	27°34'
11:00	74°09'	54°59'	32°43'
12:00	81°18'	58°00'	34°33'

ANGULOS ACIMUTALES (a)

HORAS	VERANO	OTOÑO-PRIMAVERA	INVIERNO
5:00	117°29'	98°04'	76°34'
6:00	110°04'	90°00'	69°48'
7:00	103°17'	81°55'	62°24'
8:00	96°37'	72°59'	53°50'
9:00	90°44'	62°04'	43°36'
10:00	100°35'	47°27'	31°09'
11:00	119°29'	26°49'	16°23'
12:00	0°00'	0°00'	0°00'

B) Celdas Fotovoltáicas.

En las generalidades de este capítulo se mencionaba la posibilidad de transformar la energía solar en otro tipo de energía, este dispositivo por medio del cual se realiza la transformación recibe el nombre de Celda Fotovoltáica o Fotocelda Solar, la cual realiza la conversión a energía eléctrica pudiendo considerarse como un generador que consume luz solar únicamente.

La fotocelda más común esta formada por una lámina de cristal semiconductor (silicio, sulfuro de cadmio y arsenuro de galio entre otros), en general la lámina esta constituida principalmente por la unión de dos regiones, formados en el cristal base al que se le realizan sustituciones con:

- Átomos de fósforo (P), arsénico (As) u otros, que producen la región denominada "n"
- Átomos de boro (B), galio (Ga) u otros, que producen la región denominada "p"

Generalmente todo el cristal se prepara con sustituciones de un tipo (p ó n) y posteriormente a una cara se le hacen sustituciones de otro tipo (n ó p), formándose así las dos regiones unidas en el mismo cristal. Posteriormente

te para utilizar la energía eléctrica que genera la fotocelda se adhieren unos contactos metálicos a cada una de las caras de la lámina y por medio de ellos se canaliza.

El contacto sobre la cara en que incide la luz está hecho de finas líneas metálicas para que cubran lo menos posible el área del cristal y aplicándole un antirreflejante para que la luz incidente no sea reflejada, en cambio el contacto en la cara inferior es generalmente una lámina completa con la sección de la fotocelda, al final se presentan figuras correspondientes a este capítulo.

Además de las fotoceldas hechas de cristal semiconductor también se producen de cristal con metal o de cristal con electrolito.

En forma general son las partes que llegan a integrar una fotocelda, su funcionamiento es por medio del efecto fotovoltaico o absorción de luz, este efecto se presenta principalmente en los semiconductos en los que la absorción de luz (fotones), provoca el movimiento de un electrón dejando un vacío, quedando libre para generar una corriente eléctrica.

En la fotocelda se tiene que presentar un campo elé

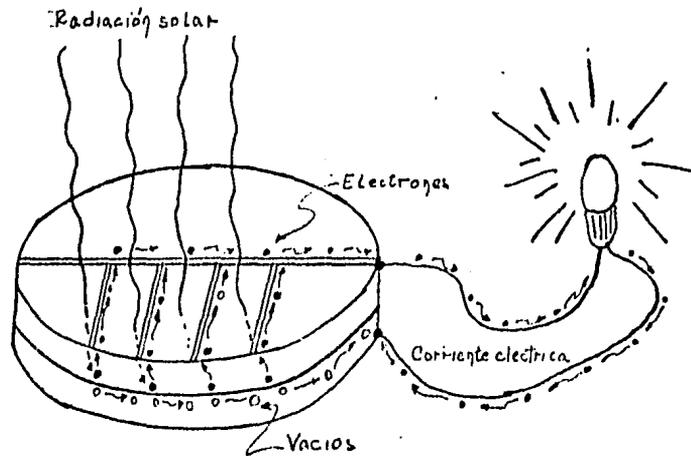
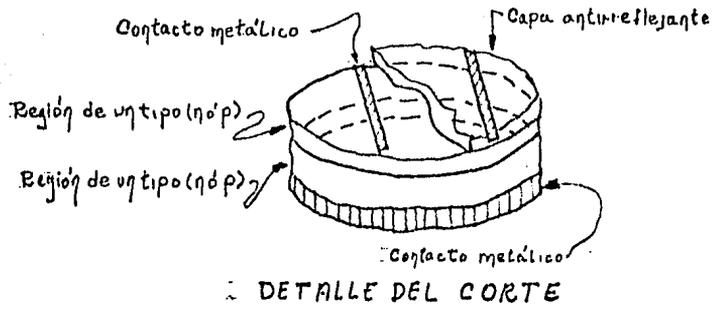
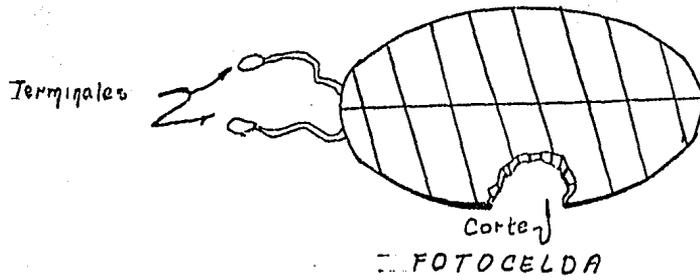
trico que obligue al movimiento de eléctrones hacia los vacios, esta condición debe ser generada por la fotocelda misma, ya que de inducirlo exteriormente gastaríamos más energía que la producida, el campo eléctrico se genera en la unión de las dos regiones (n y p), debido a las características eléctricas de cada región.

Cuando la fotocelda absorbe la cantidad de luz suficiente, se desprenden electrones (carga negativa) de su posición dejando vacíos (carga positivas) por acción del campo eléctrico y uniendo las caras de la fotocelda, los electrones circularán por el conductor al tratar de ocupar los vacíos lo que produce finalmente la corriente eléctrica.

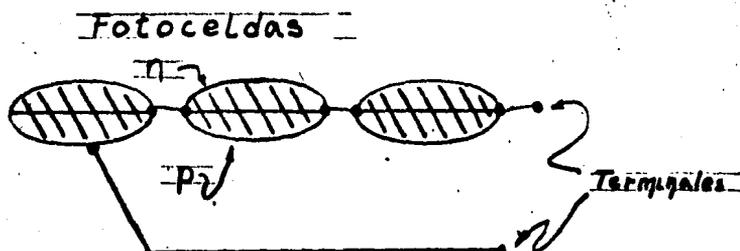
Producida la energía eléctrica, se puede conectar en serie o en paralelo como lo muestra la figura al final, estos arreglos son para celdas que produzcan el mismo voltaje en forma individual, en caso de requerir almacenar esta energía, se puede hacer en baterías para auto, en términos generales un panel de 45 cm. X 40 cm. (la fotocelda tipo tiene un diámetro aproximado de 7.5 cm.), produce 10 wats promedio.

Aún cuando tienen amplias ventajas como es una fácil y rápida instalación, larga vida útil. Su principal desventa

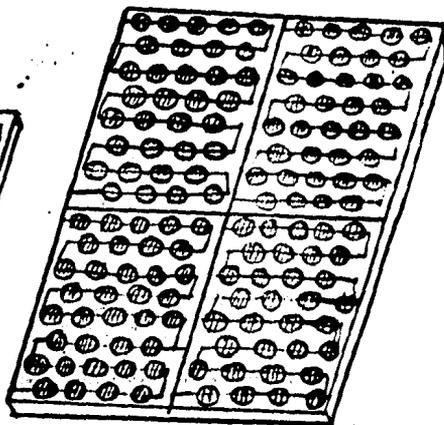
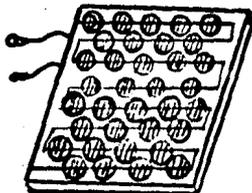
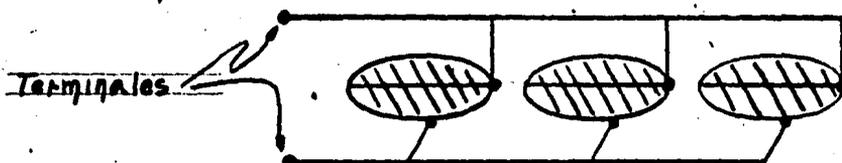
ja es un alto costo.



FUNCIONAMIENTO DE UNA FOTOCELDA.



CONEXION EN SERIE



CONEXION Y MONTAJE DE FOTOCELDAS

C) Concentradores Solares

Son dispositivos con los que se obtiene una alta densidad de energía sobre un absorbedor de la radiación concentrada, suficiente para lograr temperaturas mayores de 100°C , pudiéndose llegar hasta 3800°C . Para lograr concentraciones arriba de 100°C se requiere algún mecanismo para seguir el sol o conocer su trayectoria aproximada.

Mencionaremos a continuación algunas ventajas y desventajas del empleo de concentradores.

Ventajas.

- La cantidad de energía colectada por unidad de área sobre la superficie de absorción se aumenta, con lo cual se pueden alcanzar altas temperaturas aprovechables en algún ciclo termodinámico, dispositivos termolónicos o termoeléctricos.
- Se reducen las pérdidas de calor al utilizar un absorbedor de menor área ya que la masa térmica es mucho más pequeña que en colectores planos.
- Los costos se reducen pues se reemplaza un absorbedor costoso por un área reflectora menos costosa.

Desventajas

- Trabajan solo con la componente directa de la radiación solar, el criterio de selección de estos sistemas debe incluir características geográficas quedando restringida su utilización a lugares de alta insolación.
- La superficie reflectora requiere mantenimiento y protección contra la intemperie, para periodos prolongados de exposición.

Hay que hacer mención que la temperatura máxima que se puede lograr con los colectores planos es de 100°C , que analizado como una máquina térmica, la eficiencia de Carnot se limita a 20%, en procesos industriales mayores no sería muy significativo pero en países en vías de desarrollo los procesos industriales, el 5%, incluyen una operación con temperaturas menores incluso a 100°C . lográndose esta temperatura con captadores de enfoque.

La primera figura que se proporciona, es una gráfica que relaciona las temperaturas contra la razón de concentración del dispositivo A_a/A_r , o sea:

A_a : área de apertura o área del captador que intercepta -

la radiación solar.

Ar: área del observador, área que recibe la radiación solar.

Entre mayor sea la razón de concentración la eficiencia del sistema será mejor. Existen varios tipos de concentradores y se pueden clasificar de acuerdo a las siguientes características.

- Temperatura de operación
- Exáctitud en el seguimiento de la ruta aparente del sol.
- Tipo de seguimiento puede ser un eje o biaxial.

Concentradores Estacionarios.

Son los menos complejos pues no requieren un seguimiento continuo del sol, tienen que orientarse en dirección este-oeste.

Dentro de los concentradores de este tipo se tienen los llamados parabólicos compuestos (C.P.C.), como los de mayor concentración, y están formados por dos segmentos parabólicos semitricamente colocados alrededor de un eje, al final se incluyen figuras de concentradores donde se pueden observar los de este tipo..

A continuación se indican algunos intervalos de temperaturas con concentradores estacionarios.

CONCENTRADOR ESTACIONARIO	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION SOBRE EL ABSORVEDOR	CONCENTRACION "C"
C.P.C. Fijo	100 sin vacio 120 con vacio	1.5 a 2
C.P.C. con 2 ajustes de inclinación al año.	160 con vacio	3
C.P.C. con ajuste diario de inclinación.	180 con vacio	3 a 10
Espejo en V con 2 ajustes de inclinación al año	120 con vacio	2
Espejo en V con ajuste diario	140 con vacio	3

Concentradores con Seguimiento Continuo.

Cuando se necesitan concentraciones mayores de 10 por períodos diarios de 6 hrs. o más a lo largo de todo el año, se requieren sistemas con seguimiento al sol.

En estos casos el seguimiento se realiza generalmente a través de elementos fotosensitivos que envían una señal eléctrica a un sistema electrónico y éste a su vez a

un servomecanismo, que efectua el movimiento. Por lo general hay dos tipos.

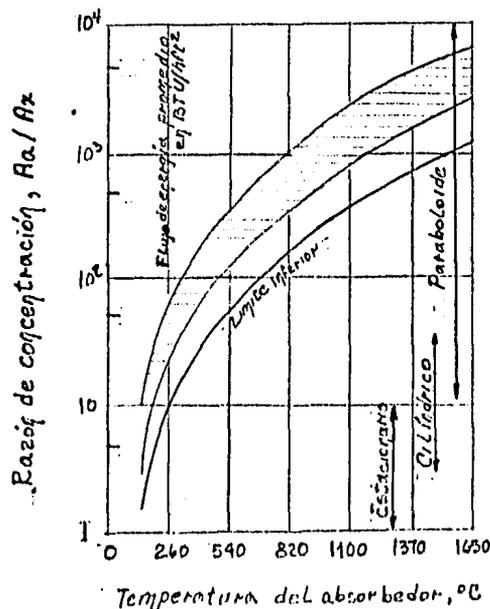
- Concentradores con curvatura simple y con foco lineal.
- Concentradores con curvatura compuesta con dos grados de libertad y foco puntual.

Por lo general en concentradores con curvatura simple que operan actualmente el absorbedor y el concentrador pueden o no girar, el objetivo principal es que exista un buen enfoque sobre el tubo absorbedor que se encuentra a lo largo del foco de la parabola. Estos sistemas operan con orientación N-S ó E-W, variando el movimiento angular necesario de acuerdo a la orientación, si la orientación es N-S el movimiento es de 15° cada hora, en tanto que si es E-W, el movimiento alrededor del mediodia (4 horas antes y 4 horas después), es mínimo.

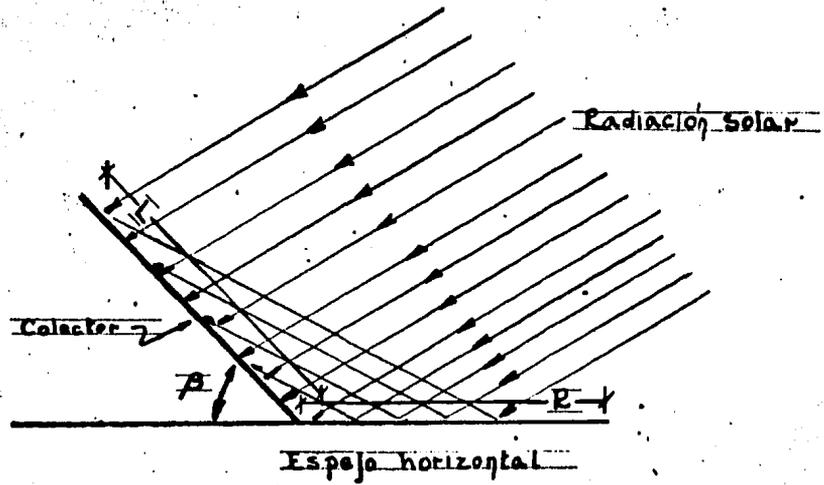
Otro de los aspectos con importancia de este tipo de concentradores es el absorbedor, al igual que en los casos anteriores se presenta una serie de figuras, de los concentradores más representativos de este tipo y una gráfica que muestra la efi-

ciencia del concentrador al medir la temperatura en el absorbedor y un criterio para seleccionar el diámetro del absorbedor.

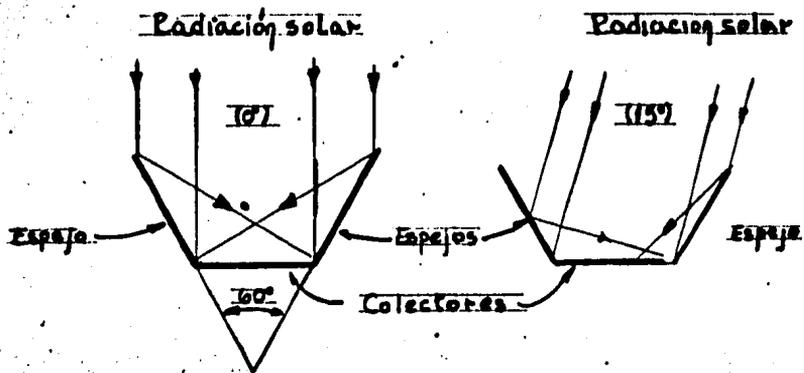
Por lo que respecta a los concentradores con curvatura compuesta proporcionan concentraciones arriba de 50 y podemos mencionar dentro de los de este tipo a los paraboloides de revolución y que mantienen una distancia focal constante desde el vertice del propio espejo, la superficie se genera al girar una parábola alrededor de su eje óptico, las temperaturas que se han logrado alcanzar en estos sistemas van desde los 500°C hasta los 2000°C , este tipo de concentradores es más sensible a las propiedades ópticas del sistema que a las pérdidas térmicas del mismo.



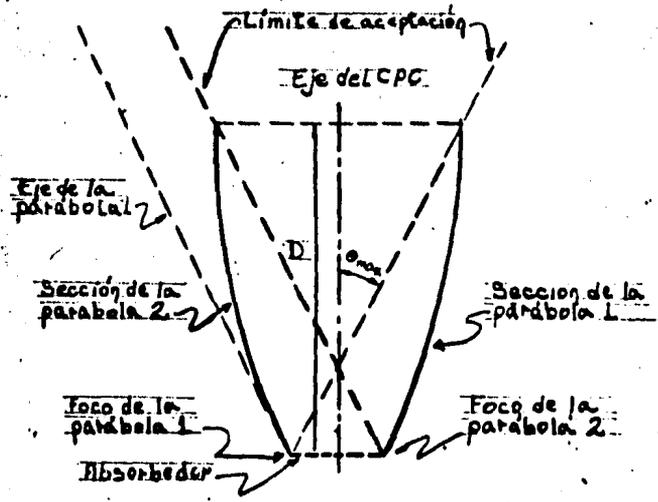
Relaciones entre razón de concentración y temperatura de operación del absorbedor. La curva límite inferior representa razones de concentración a las cuales las pérdidas térmicas son iguales a la energía generada. La región sombreada corresponde a eficiencias de colección de 40 a 60% y representa el intervalo usual de operación. En el eje de densidad de flujo muestra la densidad de flujo promedio de radiación reflejada en el área focal.



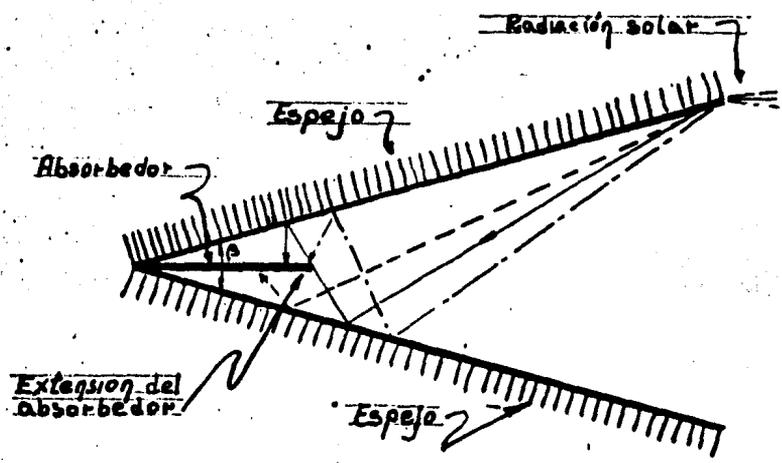
COLECTOR SOLAR PLANO



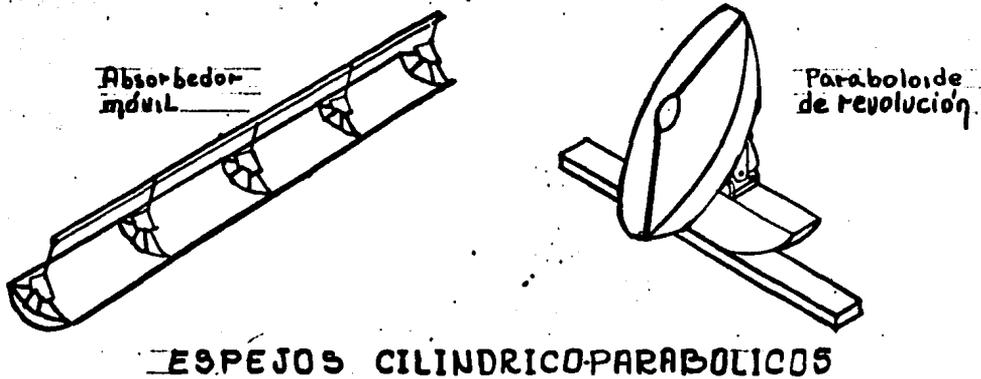
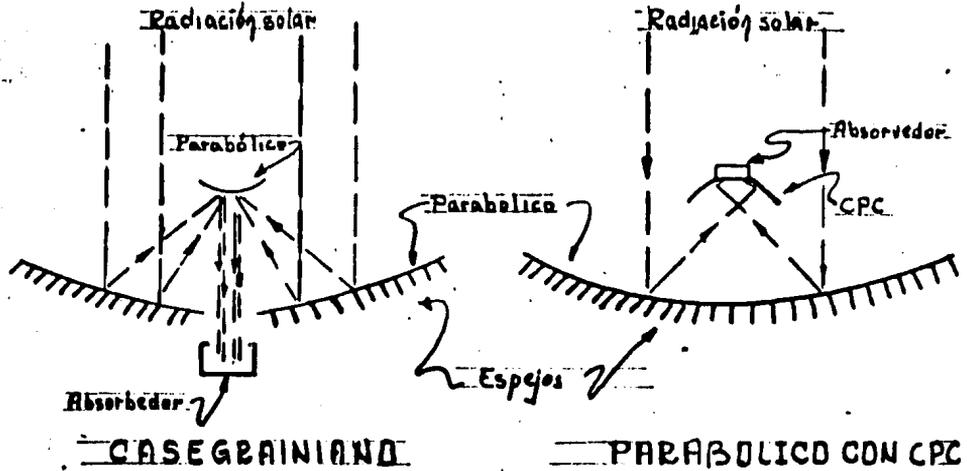
COLECTOR PLANO CON DOS ESPEJOS



CONCENTRADOR PARABOLICO

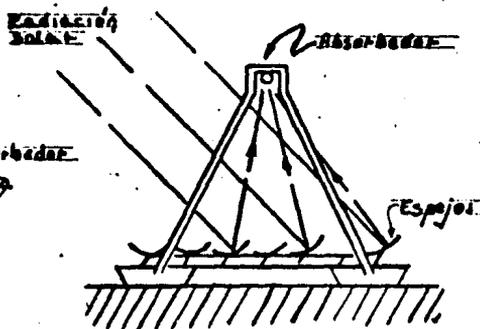
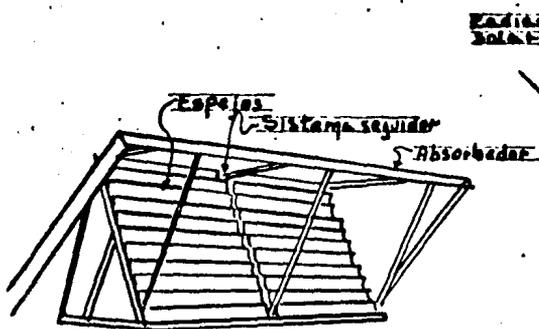
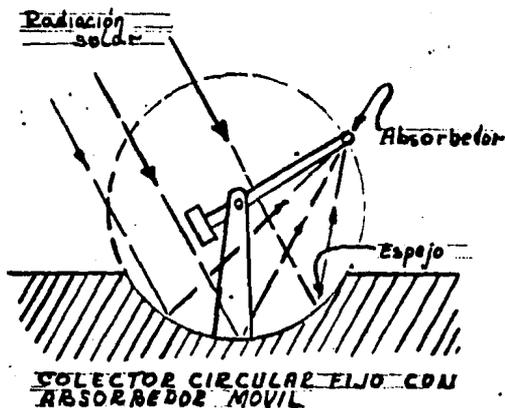
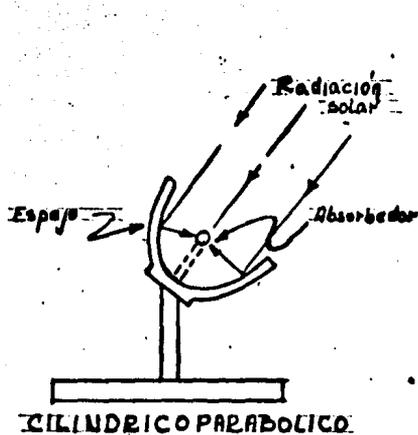


SISTEMA DE DOS ESPEJOS PLANOS EN FORMA DE V



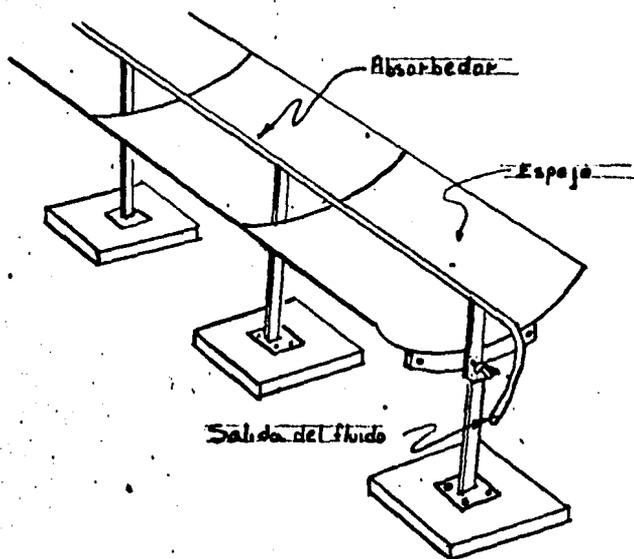
Las concentraciones en estos sistemas están en el intervalo de 15 a 50 y las temperaturas de trabajo alcanzables entre 200 y 350°C.

CONCENTRADORES CON CURVATURA SENCILLA

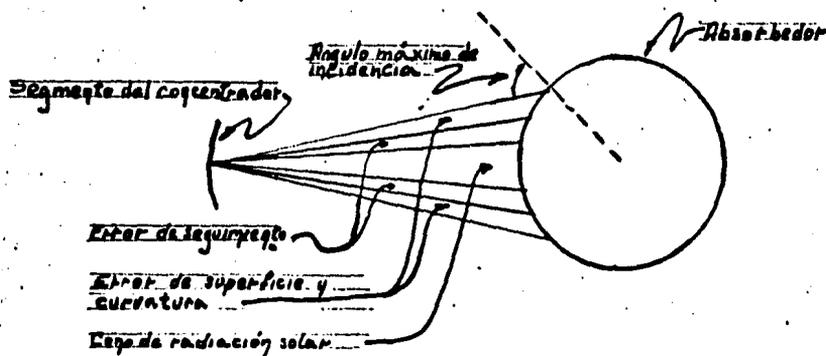


Las concentraciones en estos sistemas están en el intervalo de 15 a 50 y las temperaturas de trabajo alcanzables entre 200 y 350 °C.

CONCENTRADORES CON CURVATURA SENCILLA

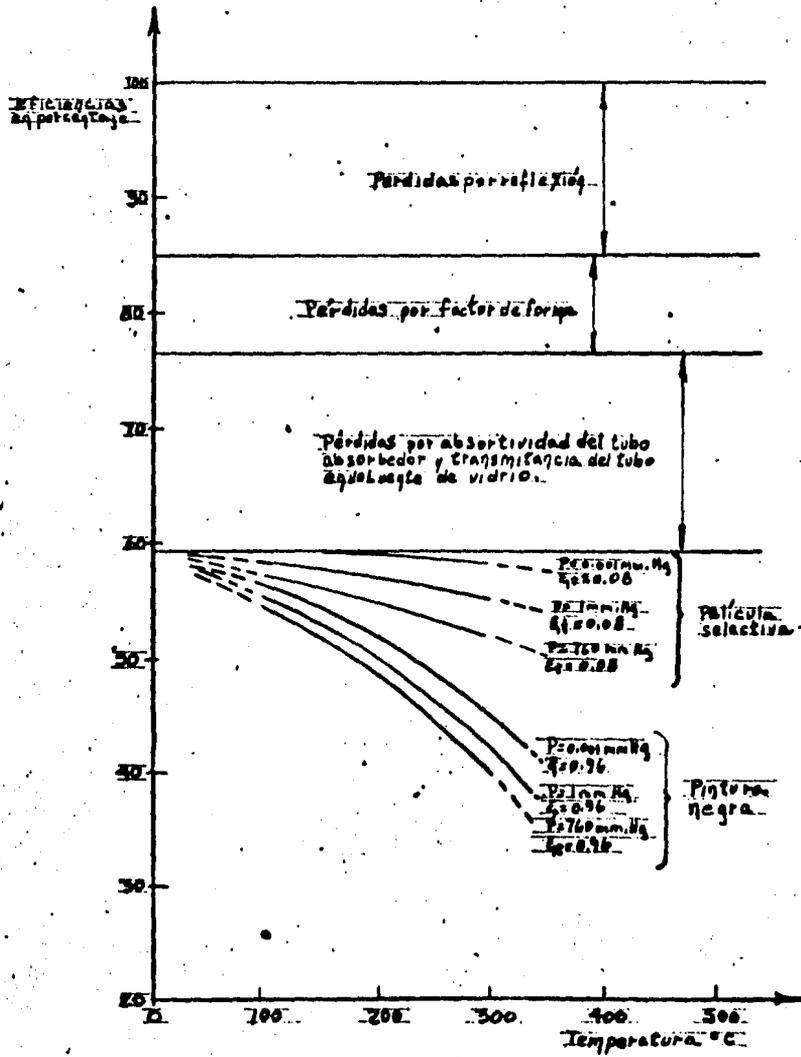


CONCENTRADOR CILINDRICO PARABOLICO



Cuando la apertura del concentrador se conoce, el diámetro del receptor se puede calcular tomando en cuenta las características ópticas del espejo.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ELECCION DEL DIAMETRO DE UN ABSORBEDOR



CARACTERISTICAS DE UN CONCENTRADOR CILINDRICO PARABOLICO

D). Superficies Selectivas de Captación.

Si un cuerpo absorbe energía solar y emite energía radiante, la temperatura en equilibrio final del cuerpo es directamente proporcional a la relación α/ϵ donde α es la absorción y ϵ la emitancia, y se entiende que una superficie selectiva de captación es una superficie con alta absorción en la banda de emisión solar y baja emitancia en el intervalo de emisión de un cuerpo negro. La primer figura del final muestra el concepto idealizado de una superficie selectiva para la reflectancia monocromática, a dicha superficie se le llama gris, por estar clasificada con una longitud de onda menor de $3.0\mu\text{m}$ en el espectro solar y también en el espectro infrarrojo pero con diferentes propiedades, en esta superficie ideal la reflectancia monocromática P_λ es muy baja para un valor crítico λ_c y muy alta partir de este valor.

Por lo tanto la absorción para energía solar será aproximadamente $1-P_\lambda$, para $\lambda < 3\mu\text{m}$. El valor de la emitancia variará con la temperatura de la superficie, utilizando la superficie selectiva las pérdidas por radiación pueden llegar a reducirse hasta en 79%.

Existen varias formas para producir materiales con

estas propiedades dependiendo de la temperatura a que se trabaje, actualmente se obtienen al depositar una película delgada de alta absorción para radiación solar por medio de reacciones químicas y usando un sustrato " que tenga una emisión pobre de radiación de onda larga (infrarroja), este sustrato de baja emitancia en el infrarrojo se puede obtener con una superficie metálica pulida.

Las superficies selectivas más comunes son películas de óxido metálico sobre sustratos metálicos, las superficies oxidadas pueden ser cobre, aluminio o fierro.

Para el cobre se puede utilizar la siguiente solución.

2.0 gr. de Se O_2
 1.5 gr. de Cu SO_4
 0.1 gr. de Fe CL_3
 0.2 gr. de Cr O_3
 5.0 ml. de HNO_3
 100.0 ml. de H_2O

El cobre se barniza con esta solución a fin de formar una película de CuO y Cu_2O , se probó la degradación de la superficie a diferentes temperaturas (100° a 300°C),

a partir de 200°C el color negro cambia a violáceo y después de 300°C la película principia a desprenderse.

Otro método de oxidación del cobre es a base de una mezcla de NaOH , NaClO_2 y H_2O ó con una substancia llamada Ebonol C especial, compuesta básicamente por NaOH y NaClO_2 . Se sumerge la superficie de obra en una solución de:

750 gr. de Ebonol C especial

1 lt. de H_2O

La solución debe estar a 100°C , con lo cual se degrada la superficie a 250°C y mantiene su absorptancia de $\alpha = 0.9$ y emitancia de 0.2, que obtuvo al sumergirla en la solución.

Para oxidar el aluminio se utiliza una solución a base de:

2.5 gr. de CoNO_3

1.0 gr. de KMnO_4

96 mL de H_2O

El aluminio se sumerge en esta solución durante 30 minutos, obteniéndose una capa de óxido muy delgada, del orden de 10^{-5} a 10^{-4} cm.

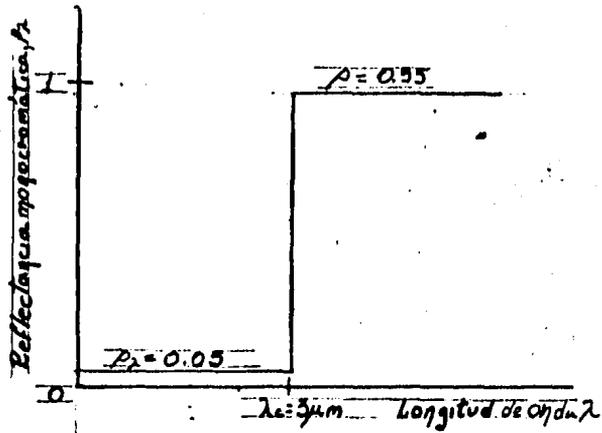
Para obtener la superficie selectiva de Fe, se oxida éste por medio de Ebonol S-30, sumergido el Fe en la solución, precalentando la solución a 150°C durante 25 min. , la solución se compone de la siguiente proporción.

770 gr. de Ebonol S-30

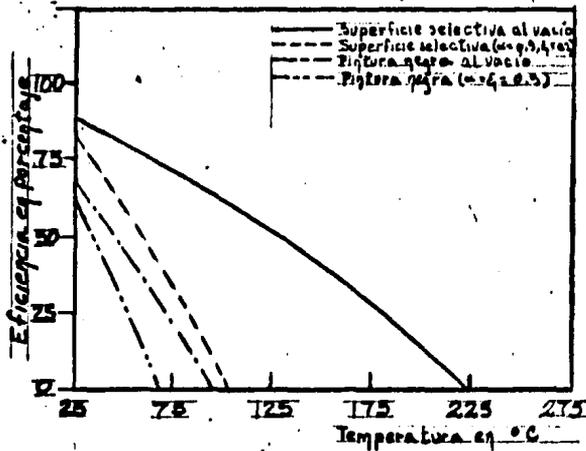
1 lt. de H_2O

La absorptancia en esta superficie resultó del orden de 0.9 y la emitancia de 0.1, los compuestos Ebonol son de distribución comercial.

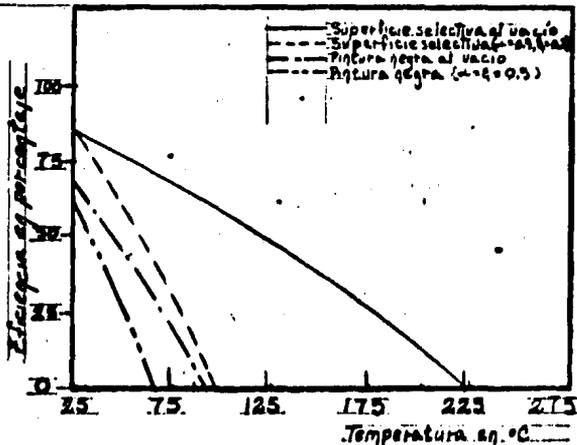
Hay que hacer mención que las superficies a oxidar tienen que ser pulidas al espejo antes de proceder a la aplicación de la película. Se incluye una serie de gráficas que muestran la conveniencia de una superficie, estas figuras se presentan al final. Las condiciones a las que se probó la película fueron al vacío y al medio ambiente, para 500 W/m^2 término medio en la Cd. de México ($50 \text{ cal/cm}^2 \text{ hr.}$ ó $500 \text{ K cal/m}^2 \text{ hr.} = 581 \text{ W/m}^2$) a una temperatura de 20°C y un promedio anual de $413 \text{ cal/cm}^2 \text{ día}$, en cambio 700 W/m^2 se presenta en la Cd. de México en primavera alrededor del medio día o para regiones de alta insolación en la República Mexicana.



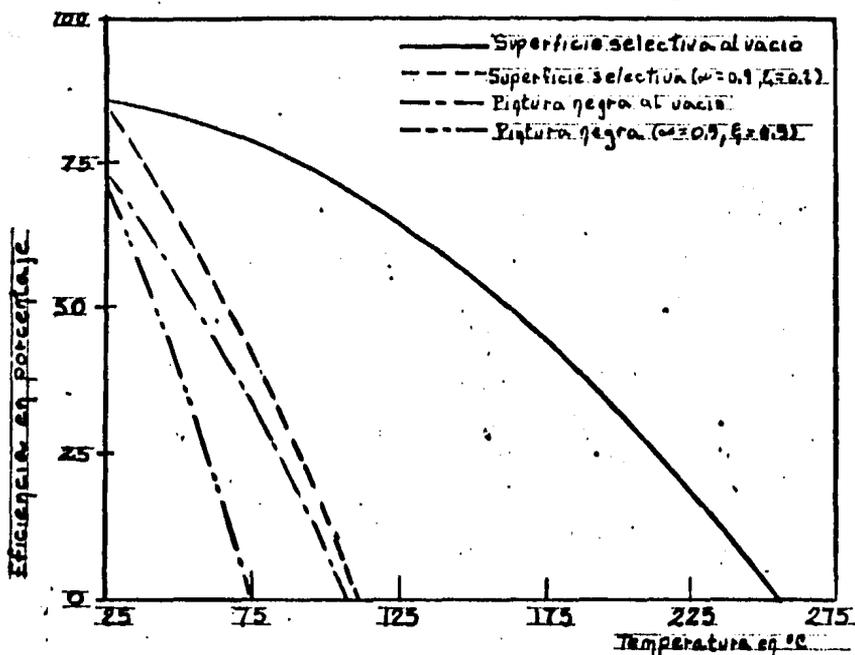
GRAFICA DE UNA SUPERFICIE SELECTIVA IDEAL.



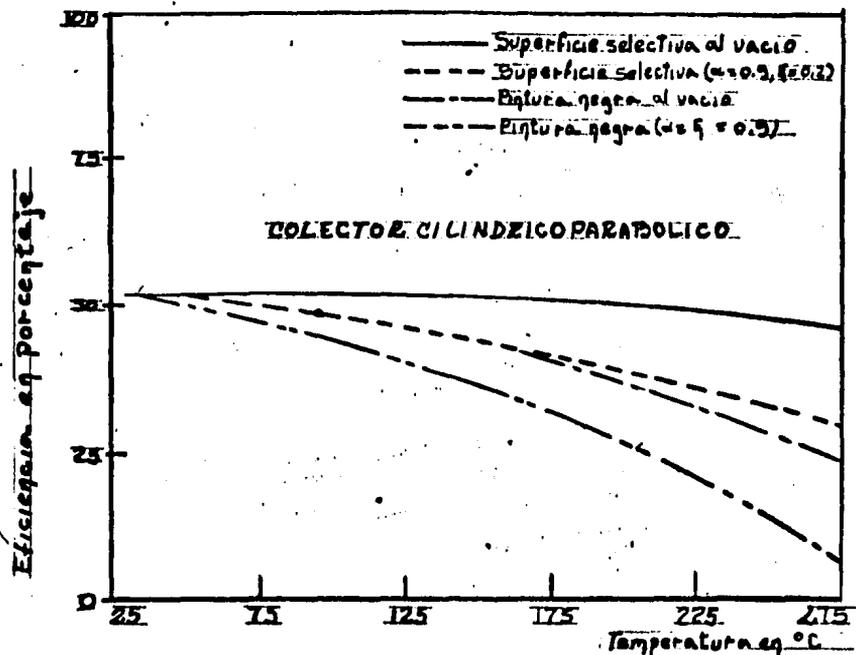
EFICIENCIAS DE UN COLECTOR PLANO CON RADIACION INCI-DENTE DE 581 W/m^2 .



EFICIENCIAS DE UN COLECTOR PLANO CON RADIACION INCI-DENTE DE 700 W/m^2 .



EFICIENCIAS DE UN COLECTOR PLANO CON RADIACION INCIDENTE de 900 W/m^2



EFICIENCIAS DE UN COLECTOR DE ENTORQUE

2) BIOCONVERSION

A) Generalidades.

La participación de la energía solar se manifiesta en el almacenamiento de energía en las plantas, en forma de carbohidratos orgánicos (azúcares, celulosa, almidón, etc), siguiendo la cadena alimenticia esta energía almacenada se transfiere al resto del mundo viviente, como alimentos. De esta manera todas las formas de vida, subproductos y de sechos de la misma son almacenes de energía, llamada BIOMASA.

La energía almacenada en los carbohidratos es de aproximadamente 3.84×10^6 calorías por kilogramo y a diferencia de los combustibles fósiles son renovables, esta energía almacenada puede ser liberada por "Procesos de Conversión", que pueden usarse para substituir o reducir el consumo de energéticos convencionales y no renovables, de las 9.55×10^{12} cal/seg. de energía solar aprovechada por las plantas el 25% lo utilizan para mantener sus temperaturas y llevar a cabo los procesos biológicos, el 75% restante es almacenado en las moléculas de carbohidratos formándose alrededor de 2.15×10^8 toneladas de biomasa por día, las cuales quedan repartidas en los mares en forma de algas y

bacterias clorofílicas, y en la tierra como pastos, árboles y campos de cultivo.

A continuación se presenta una tabla que relaciona la concentración de biomasa por hectáreas con el cultivo.

CULTIVO	BIOMASA	ENERGIA ACUMULADA Tcal/Ha= 10^9 cal.	EQUIVALENTE AL PETROLEO MILES lt./ Ha.
Algas	50-100	192-384	17.5 - 35
Caña de azúcar	30-112	115-430	10.5 - 39
Eucalipto	54	207	18.8
Pasto	36	138	12.5
Remolacha	15-33	58-127	5.3 - 11.5
Alfalfa	29	111	10
Maíz	4-13	15-50	1.4 - 4.5
Arroz	8	31	2.8
Soya	6	23	2.1

Existen variadas formas para convertir la biomasa disponible en energía útil, las técnicas varían en complejidad, pero se clasifican generalmente en dos tipos de procesos.

- Conversiones termoquímicas.

- Conversiones biológicas.

Hay que enfocar los tipos de procesos además desde el punto de vista energético los beneficios o perjuicios colaterales derivados, como son aprovechar desechos agrícolas e industriales evitando a la vez la contaminación y desertificación.

Las conversiones termoquímicas consisten en la aplicación de cierta cantidad de calor, para inducir condiciones que provoquen reacciones químicas en la biomasa, obteniéndose más calor como es el caso de la combustión o formando se productos combustibles como carbones, gasolina y gases.

Se mencionan a continuación algunos procesos termoquímicos.

- Combustión directa
- Pirólisis
- Gasificación
- Hidrólisis ácida
- Hidro generación
- Hidro gasificación.

La combustión directa no requiere una mayor explicación acerca del proceso, por lo que respecta a la pirólisis

sis es la producción de materiales combustibles en forma de sólidos, líquidos o gases por medio de un incremento de temperatura que varía entre 200°C y 1000°C, las fuentes de biomasa en este proceso son estiércol, desechos agrícolas, de la industria maderera, basura y desperdicio de los molinos de papel. Con este proceso se obtiene gas, carbón vegetal e hidrocarburos.

La gasificación también se realiza en presencia de calor, la variante es la inyección de aire obteniéndose gas natural, amoníaco, hidrógeno, monóxido de carbono o gasolina sintética.

El proceso de hidrólisis ácida, es el calentamiento de madera en un medio ácido produciendo la ruptura de los enlaces moleculares de la glucosa, fermentando después las moléculas obtenemos alcohol etílico. La diferencia con la hidrogenación y la hidrogasificación, en que se utilizan desechos orgánicos y se tratan a una temperatura de 300°C. a 600°C. y presiones que oscilan entre 440 y 420 Kg/cm² en presencia de monóxido de carbono, vapor de agua y un catalizador, en el primer proceso obtenemos hidrocarburos y en el segundo obtenemos gas metano y etano.

Por lo que respecta a las conversiones biológicas, llamadas también de bioconversión pues son reacciones químicas causadas mediante el tratamiento de la biomasa por enzimas, hongos o microorganismos. La ventaja sobre los procesos termoquímicos es que no requieren condiciones extremas de temperatura y presión, siendo altas las eficiencias de conversión logradas, mencionaremos tres de los procesos de mayor interés.

- Digestión aeróbica
- Fermentación-destilación
- Digestión anaeróbica

La digestión aeróbica, es la descomposición de materia orgánica en presencia de oxígeno, este proceso convierte sustancias orgánicas en inorgánicas al mismo tiempo que libera calor, gases con amoníaco y bióxido de carbono, quedando residuos sólidos lo que se conoce como humus. Se ha generalizado este proceso en el tratamiento de aguas negras, afluentes industriales y elaboración de fertilizantes orgánicos.

El proceso conocido como fermentación-destilación o fermentación alcohólica, mediante el cual los carbohidratos y reestructurados nos proporciona principalmente alcohol

etilico y bióxido de carbono como subproducto.

El tercer proceso, digestión anaeróbica, es el que se tratará más ampliamente por ser el de interés para este trabajo.

B) Digestión Anaeróbica.

Este proceso de fermentación se lleva a cabo por un grupo de microorganismos mixtos llamados en conjunto metanobacterias, que al actuar sobre la materia orgánica la descompone produciendo una mezcla de gases. Cabe mencionar que estas bacterias solo actúan en un medio exento de oxígeno, de aquí el nombre de microorganismos anaeróbicos.

La digestión anaeróbica de la materia orgánica, es un proceso microbiano complejo y sensible que incluye tres diferentes grupos de bacterias, por lo que se tienen tres e-tapas que a continuación mencionaremos.

- Hidrólisis
- Acidogénica
- Metanogénica

En la etapa de hidrólisis o solubilización, las proteínas complejas, carbohidratos, celulosas, gases y aceites son disueltas enzimáticamente realizándose una trans-

formación a aminoácidos, azúcares simples, ácidos grasos y glicerol. Estos compuestos simples ya pueden ser reducidos por las bacterias acidogénicas que son las que realizan la siguiente etapa, oxidación y reducción de los compuestos simples en ácidos orgánicos pequeños (esta etapa la realizan bacterias anaeróbicas facultativas, que viven en presencia o ausencia del aire.), realizada la etapa anterior las bacterias anaeróbicas estrictas (viven solo en ausencia del oxígeno), concluyen la digestión produciendo gas metano, bióxido de carbono y otros gases.

Generalmente es un digestor anaeróbico las tres etapas ocurren simultáneamente creandose una estratificación. A continuación se presenta un cuadro que muestra cada una de las etapas y una descripción de las mismas.

<u>Fase</u>	<u>Digestor</u>	<u>Descripción</u>
Gaseosa	Biogas	Gas combustible 50%-70% metano. 40% - 29% bióxido de carbono. Trazas de O_2 , H_2 , H_2S , N_2 .

<u>Fase</u>	<u>Digestor</u>	<u>Descripción</u>
Líquida	Espuma	Mezcla de material fibroso, gas y líquido, en cantidades adecuadas puede funcionar como aislante, en grandes cantidades afecta el proceso.
	Sobrenadante	Activo biológicamente, se desarrolla principalmente en la 2 ^a y 3 ^a etapa, presenta el mismo valor fertilizante de los lodos
Sólida	Sólidos orgánicos	Material fibroso sobre el que se lleva a cabo la hidrólisis, es un buen fertilizante.
	Sólidos inorgánicos.	Arcilla y materiales inorgánicos no solubles.

La utilización de un digestor no nada más proporciona, un combustible, también proporciona desechos que pueden ser usados como fertilizantes y además cumple una función preventiva, pues en su interior se realiza un ataque a los microorganismos patógenos, considerándose que después de 14-días dentro del digestor y a 35°C se produce la muerte de un 90% de los mismos. La principal excepción es la larva del *ascaris lumbricoides* (lombriz intestinal) que llega a requerir hasta seis meses, pero no representando un problema

mayor pues muere posteriormente por falta de nutrientes y debido a condiciones ambientales adversas, las que se presentan al digerirse la materia orgánica y posteriormente, ser esparcido el líquido y los sólidos en el campo.

C) Parámetros de Diseño de un Digestor.

Aún cuando la velocidad del proceso de di-gestión se ve afectada por diversos factores, los de interés general son la temperatura y el P.H., el rango de variación para la temperatura será de 10°C a 35°C siendo de 30° a 35°C . la óptima y deteniéndose el proceso a los 10°C el P.H. puede variar de 7.5 a 8.5.

Otra condición que hay que tomar en cuenta es el tamaño de partícula de la materia prima, pues a meor tamaño de partícula aumenta el área sobre la que pueden actuar las bacterias, por lo que nuestras materias primas deben ser reducidas a un tamaño adecuado para efectuar la carga del digestor.

Por lo que respecta a la producción de metano, se va a ver afectado por la cantidad de nitrógeno de la materia con que se carga el digestor ya que este controla el cre-cimiento bacteriano, si se tiene una concentración baja el número de bacterias no crece y la producción de gas

metano es baja, en cambio a una concentración alta de nitrógeno se produce amoníaco, en general se toma una concentración óptima de nitrógeno en relación al carbón de 30 veces el último (C/N = 30).

Cuando nuestra materia prima no posea una relación C/N no cercana a 30, se pueden efectuar mezclas entre varias materias para compensar la falta o exceso de nitrógeno en ellas. Por ejemplo si disponemos de paja de trigo (C/N=150) y estiércol de gallina (C/N=7), como materias primas se pueden mezclar y con solo efectuar los siguientes cálculos, encontrar las cantidades a mezclar de cada compuesto.

MATERIAS PRIMAS	RELACION C/N	PARTES A MEZCLAR EN BASE SECA.
Paja de trigo	A=150	1 parte
Estiércol de gallina	B=7	X partes

Equilibramos con la siguiente ecuación

$$X = \frac{A - B}{30 - B} - 1$$

Sustituyendo datos.

$$X = \frac{150 - 7}{30 - 7} - 1 = 5.22$$

Por lo que se deben adicionar 5.22 partes de gallina

za por 1 parte de trigo.

A continuación se presenta una tabla que muestra la relación C/N de diversas materias primas, factibles de utilizarse.

MATERIAL	HUMEDAD %	SOLIDOS TOTALES %	%C	%N	C/N
Desperdicios verdes	1	99	54.7	3.04	18
Papel de estraza	6	94	40.6	0	
Periódico	7	93	40.6	0.05	813
Pasto	24.8	75.2	-	-	-
Pino blanco	9.3	90.7	40.6	0.06	767
Basura	7.3	92.7	33.4	0.74	45
Estiércol de gallina	9.8	90.2	23.4	3.2	7
Estiércol bovino fresco	86.0	14.0	30.8	1.7	18
Estiércol de caballo	84.0	16.0	57.5	2.3	25
Estiércol de cerdo	87.0	13.0	-	3.8	-
Estiércol de borrego	89.0	11.0	-	3.8	-
Orina humana	94.0	6.0	14.4	18.0	0.8
Heces humanas	73.0	27.0	36-60	6.0	6.10
Algas marinas				1.9	19.0
Vegetales no leguminosos				2.5-4	11-19
Trebol				1.8	27
Paja de avena				1.1	48
Paja de trigo				0.5	150
Aserrín				0.06	767

Para calcular la cantidad de materia prima con la que se debe cargar el digestor (estando ya a una concentración

de aproximadamente 8% de sólidos totales), se debe considerar tanto el tamaño del digestor con el tiempo de residencia de la materia en el mismo, esta es una condición para operar optimamente al digestor. Lo podemos determinar cargando el digestor en forma de tandas, midiéndose el tiempo desde el inicio de la producción de metano hasta que se nota una disminución en la producción del mismo.

La carga diaria en los digestores se obtiene multiplicando la capacidad del digestor por el inverso del tiempo de residencia adecuado; por ejemplo si se tiene un digestor de 5m^3 y la materia presenta un tiempo de residencia adecuado de 30 días, se obtiene.

$$5\text{m}^3 \times \frac{1}{30} \text{ días} = 0.167 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

por lo que la carga diaria deberá ser de:

$$0.167 \text{ m}^3 \text{ ó } 167 \text{ litros.}$$

Después de conocer la capacidad de producción de la materia orgánica en cuanto a gas se refiere, la carga la podemos ampliar en tiempo.

El objetivo del digestor es proporcionar una canti -

dad adecuada de gas metano (CH_4), pero cabe mencionar que el gas metano se obtiene mezclado con otros compuestos que pueden afectar las instalaciones o a la combustión del mismo, se presenta a continuación un cuadro donde se hace mención de los compuestos que forman el biogas, sus efectos y en caso de ser nocivos como eliminarlos.

COMPUESTO	%	EFFECTO	TRATAMIENTO
H_4 (Gas metano)	50-60	Combustión	Ninguno
H_2S (Acido sulfhídrico gaseoso)	0.1	Corrosión de elementos de fierro.	Burbujeo en agua con cal al 15% o por filtro con rebabas de fierro oxidado.
CO_2 (Bióxido de carbono)	30-40	Disminuye el poder calorífico	Burbujeo del biogas en agua con cal al 15%
H_2O (Vapor de agua).	Varía con la temperatura.	Disminuye el poder calorífico y causa corrosión.	Utilizar un filtro mecánico

La información anterior nos indica como equilibrar la materia prima, carga diaria dependiendo del volumen del digestor, así como las características del biogas y forma de

purificarlo, pero se desconocen las cantidades requeridas para realizar actividades específicas, en el cuadro siguiente se presentan algunos usos y las cantidades promedio de gas que se utilizan.

USOS	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD DE GAS REQUERIDO m ³ /Hr.
Preparación de alimentos	Quemador de 5 cm.	0.33
	Quemador de 10 cm.	0.47
	Quemador de 15 cm.	0.64
	Por persona al día	0.34-0.42
Iluminación	Por capuchon	0.07-0.08
	Lámparas de 2 capuchones.	0.14
	Lámparas de 3 capuchones.	0.17
Refrigeración	Por m ³ de capacidad	1.0-1.2
Incubadora	Por m ³ de capacidad	0.45-0.7
Máquinas de combustión interna	Adaptada a biogas por hp.	0.45-0.51
Gasolina	1 litro	1.33-1.87
Diesel	1 litro	1.5 -2.07
Hervir agua	1 litro	0.11

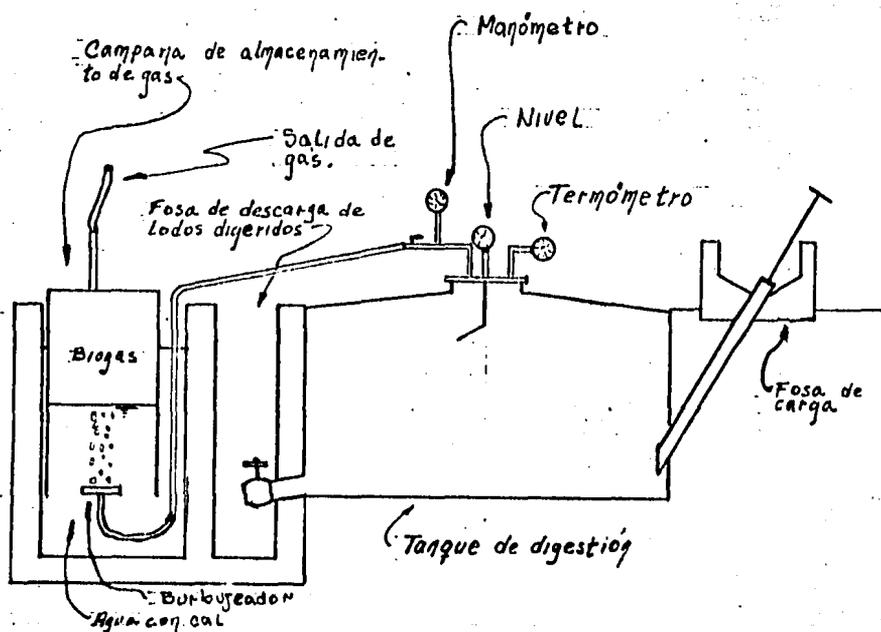
Con la información anterior aún representaría un problema el diseño de un digestor, caba aclarar que existe ,

una forma más compleja basada en la reproducción bacteriana, decidiéndose el utilizar datos obtenidos en forma experimental, primero a partir de materia orgánica seca y después usando la materia orgánica fresca.

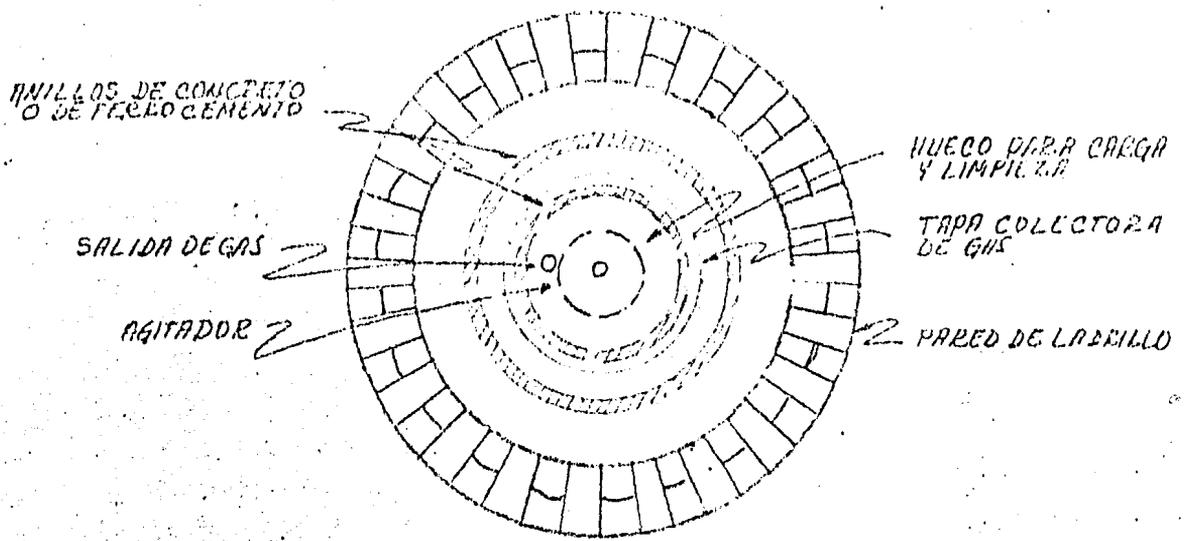
MATERIA ORGANICA	CONDICIONES EN EL DIGESTOR	PRODUCCION DE BIOGAS m ³ /día
46 litros de agua por día a 37°C 10.5 Kg. de biomasa seca por día. C/N = 30.	Capacidad 1 m ³ 8% de sólidos. Tiempo de retención 30 días Carga inicial: -920 lt. de agua -210 Kg. de biomasa seca.	Producción de biogás por día 0.8 m ³ Producción de lodos por día 0.033 m ³
20 Kg. de estiércol fresco por vaca -- por día. 20 litros de agua	capacidad 1 m ³ carga inicial -920 litros de agua -100 Kg. de estiércol Temperatura 30°C	20 días 0.57 m ³ 25 días 0.72 m ³ 30 días 0.86 m ³ 35 días 1.0 m ³

Se puede con la información anterior diseñar el digestor para que proporcione aproximadamente la cantidad necesaria de gas, que ayuden a mejorar el nivel de vida de un núcleo familiar, otra ventaja de usar un digestor aparte de la economía que representa, es el bajo mantenimiento que necesita pues únicamente debe realizarse una evacuación adecuada de los desechos, revisar su herme-

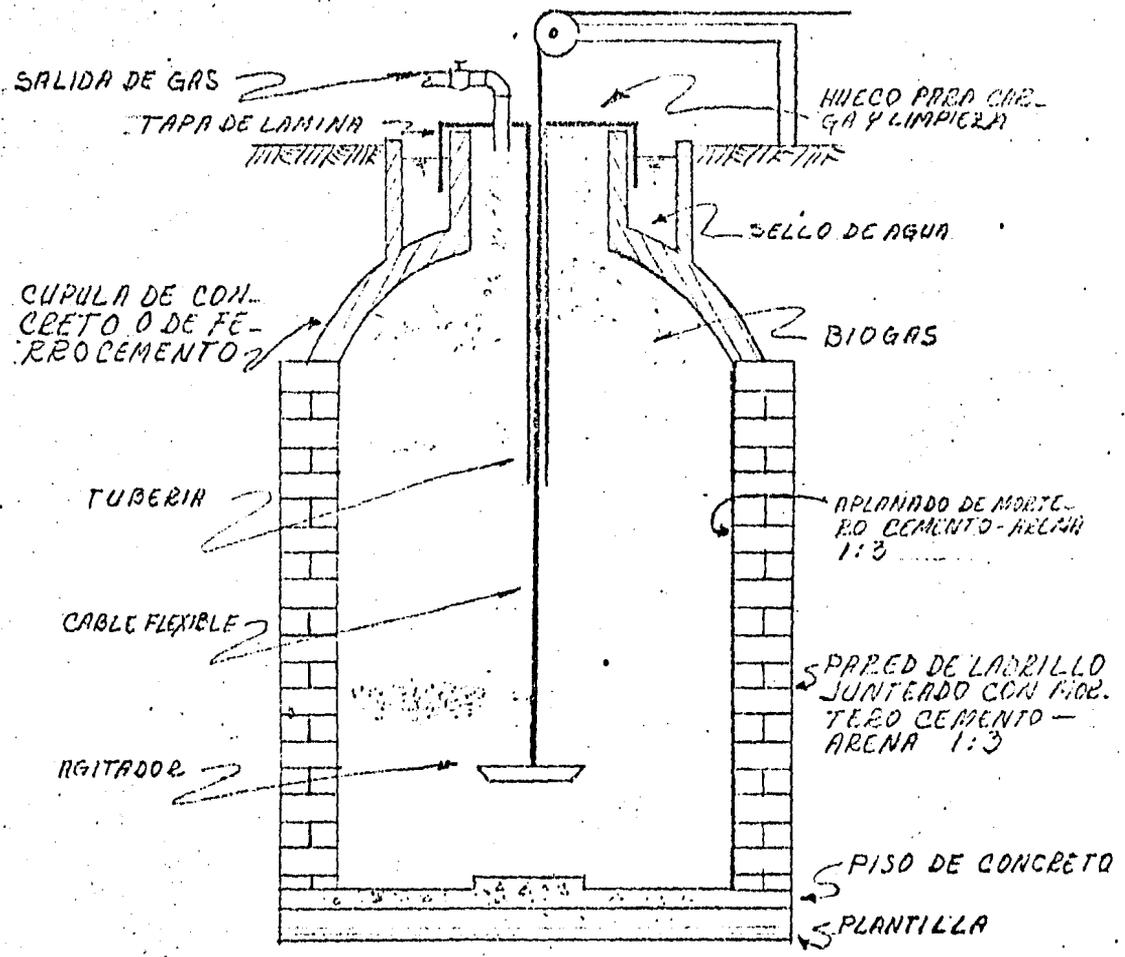
tividad así como un agitado para remover la espuma sobrenadante ayudando a la reproducción bacteriana. Se presentan figuras que muestran varios tipos de digestores, debiéndose elegir el más adecuado a las características del medio ambiente, así como a los materiales existentes en el lugar.



DIGESTOR TIPO DIGASES

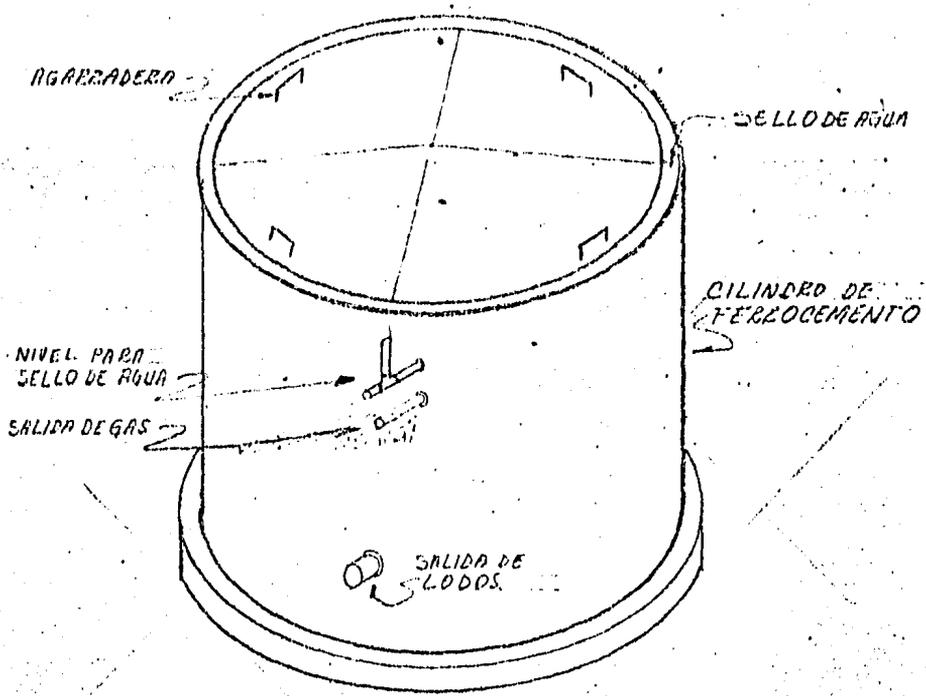


PLANTA

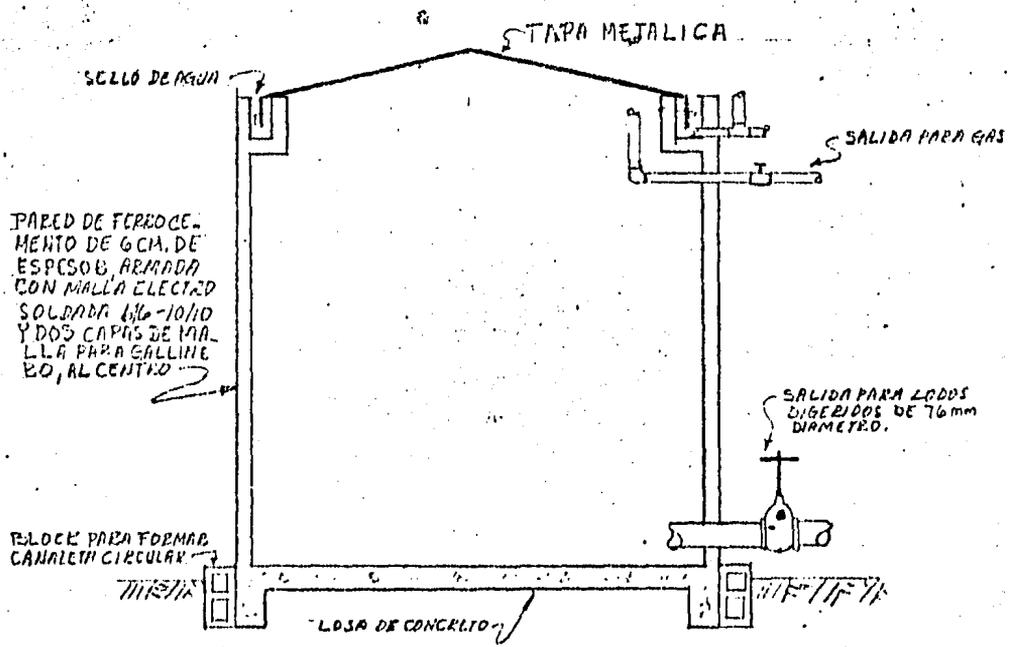


CORTE

DISEÑO PARA CLIMA TEMPLADO



PERSPECTIVA



CORTE

DIGESTOR SUPERFICIAL

31 EL VIENTO

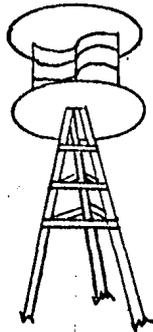
A) Generalidades

El viento es producido por efecto de la radiación solar, al calentarse una masa de aire tiende a subir con respecto a masas más frías dejando un vacío que se ve ocupado por otras masas, a este movimiento se le llama viento y se define en forma más concreta, como el movimiento de aire que va paralelo a la superficie del planeta.

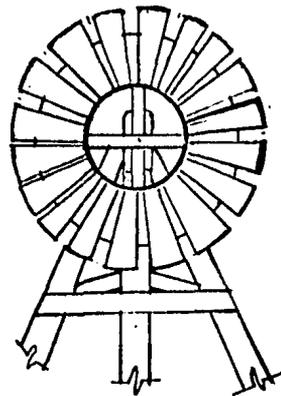
Desde hace mucho tiempo el hombre usó el viento para realizar diversas actividades como son la navegación y la producción de alimentos, posteriormente con el descubrimiento, explotación del petróleo y sus derivados, su aprovechamiento disminuyó para finalmente depender exclusivamente de ellos, como fuente de energía.

En la actualidad cuando es clara la tendencia a consumir los hidrocarburos lo cual provocará un agotamiento y elevación del precio en los mismos, se ha vuelto a centrar la atención en el aprovechamiento de la energía producida, por el viento tratando de optimizarla por medio de innovaciones tecnológicas..

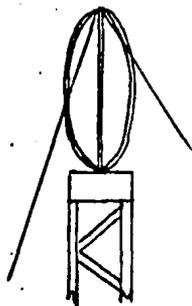
La energía producida por el viento puede ser transformada en mecánica y ésta a su vez en eléctrica o bien las dos a la vez, dependiendo del diseño del dispositivo que se emplee para aprovechar la energía. Se tienen diferentes dispositivos para aprovechar este tipo de energía, se presentan a continuación figuras de los más comunes.



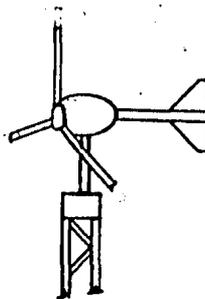
ROTOR SAVONIUS



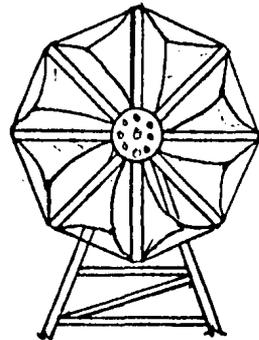
MOLINO DE ASPAS DE ACERO



ROTOR DARREIUS



PROPULSOR DE ALTA VELOCIDAD



MOLINO CRETENSE

DIFERENTES TIPOS DE AEROGENERADOR

B) *Parámetros de Diseño de un Aerogenerador.*

La energía producida por el viento va estar afectada principalmente por dos aspectos: La velocidad del viento y el tipo de dispositivo empleado, siendo la velocidad la de mayor variación de acuerdo al lugar; debiéndose tomar en cuenta los rangos de energía que debe aportar para dejar un margen considerable para los casos en que no haga suficiente viento o se requiera una cantidad adicional de energía.

Para conocer la velocidad del viento en la región se tiene que recurrir a las estaciones meteorológicas más próximas y extrapolar al lugar de interés, conociendo los datos se obtiene la velocidad media con la siguiente fórmula.

$$\bar{V} = \frac{A_1^3 + A_2^3 + \dots + A_n^3}{n}^{1/3}$$

\bar{V} : velocidad media

A: lectura de velocidad en determinada hora

n: número de lecturas

Calculada la velocidad media del viento en la región se obtiene la velocidad de máximo rendimiento en la que el dispositivo da su máximo rendimiento y a la cual deberá cortar su funcionamiento, en la siguiente tabla se da

la relación de velocidad media a velocidad de máximo rendi
miento.

\bar{V} (m/seg.)	Vel. de M \acute{a} x. Rendimiento (m/seg)
3.0	7
3.5	8
4.0	9
4.5	11
5.0	11
5.5	13
6.0	14

Pero no toda la energ \acute{a} a producida por el viento se a
provecha, se tienen p \acute{e} rdid \acute{a} s por fricci \acute{o} n determin \acute{a} ndose
un coeficiente de rendimiento (Cr) para cada dispositivo,
se presentan los m \acute{a} s usuales en la tabla siguiente.

DISPOSITIVOS	Cr
Rotor Savonius	0.15
Molino Tradicional	0.17
Molino Cretense	0.3
Molino de Aspas M \acute{u} l- tiples	0.3
Rotor Darrieus	0.35
Rotor de alta veloci- dad	0.45

Para dise \acute{n} ar las caracter \acute{i} sticas f \acute{i} sicas del dispositi-
vo, que se relaciona la potencia requerida, se utiliza
la f \acute{o} rmla siguiente:

$$P = \frac{1}{2} \rho C_r A V^3$$

en general

$$P = 0.00064 C_r A V^3$$

donde :

P: potencia aportada por el viento generalmente está en función del alternador (watts)

ρ : densidad del aire (kg/m^3)

A: área que barren las aspas (m^2)

C_r : coeficiente de rendimiento

V: velocidad de máximo rendimiento (m/s)

Posteriormente se calcula el área de barrido de las aspas

$$A = \frac{P}{0.00064 C_r V^3}$$

Conocida el área se determina el radio, que representa la longitud del aspa.

$$A = \pi r^2$$

despejando

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Otro aspecto muy importante que debe tomarse en cu

ta es el uso de engranajes, poleas y correas que podrán aumentar la velocidad de giro del eje del dispositivo. Esta característica se ve ampliamente ligada a la relación de velocidad periférica, que es la relación del movimiento de las aspas y la velocidad del viento, a continuación se dan las relaciones más habituales de acuerdo al tipo de dispositivo.

<i>Dispositivo</i>	<i>Relación de velocidad periférica</i>
<i>Rotor Savonius</i>	<i>1</i>
<i>Molino Tradicional</i>	<i>2-3</i>
<i>Molino Cretense</i>	<i>1</i>
<i>Molino de Aspas Múltiples</i>	<i>1</i>
<i>Rotor Darrieus</i>	<i>6</i>
<i>Rotor de Alta Velocidad</i>	<i>5-6</i>

La energía obtenida se puede utilizar en forma directa o almacenar en baterías para uso posterior.

IV. PROYECTO DE UNA CASA HABITACION QUE TIENDA A LA AUTOSU--
FICIENCIA.

1) APLICACION DE LOS TEMAS MAS SENCILLOS Y ECONOMICOS TRATA--
DOS ANTERIORMENTE.

A) Generalidades.

En este capítulo se mostrará la forma de realizar los proyectos y proceder a fabricar los elementos necesarios, para tener un ahorro considerable de energía y por lo tanto un aumento en los ingresos reales del núcleo familiar, ya que representará un incremento en el efectivo - disponible del grupo.

En algunos casos se presentará una secuencia de calculo y en otros los aditamentos necesarios únicamente para proceder a su fabricación, ya que por lo general proven--drán de experimentos, a los que se le realizaron modifi--caciones para aumentar su sencillez y facilidad de cons--trucción.

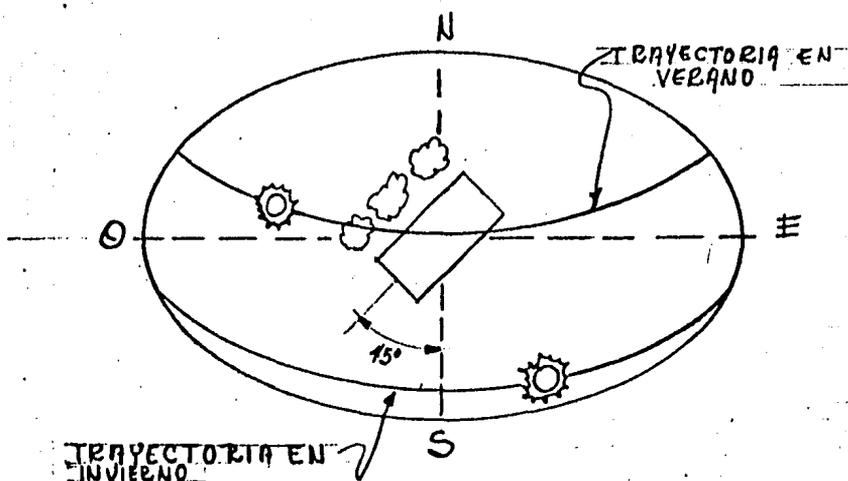
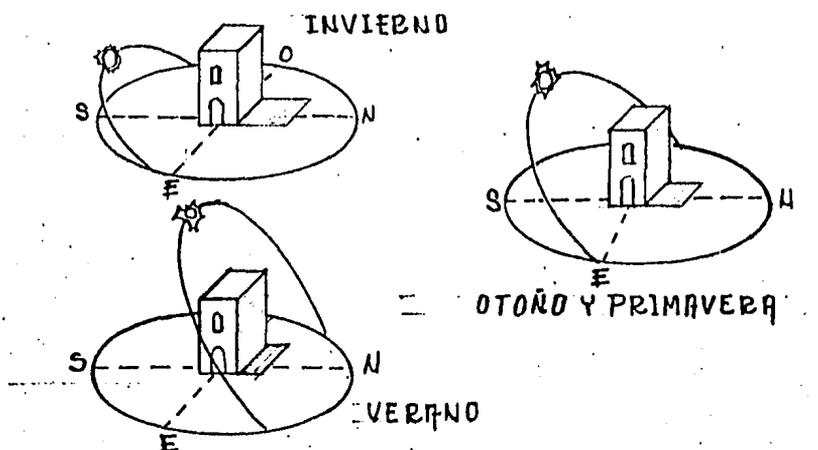
a) Distribución de la casa habitación propuesta, diseño diagrama constructivo.

Se propone en este caso únicamente la distribución y una forma de elegir la orientación de la construc--ción para hacerla menos propicia a las inclemencias--del clima, no se propone el material de los muros por hacerlo general y se emplee el más adecuado y tradicional del lugar o alguna innovación.

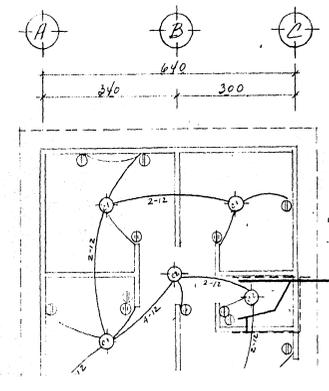
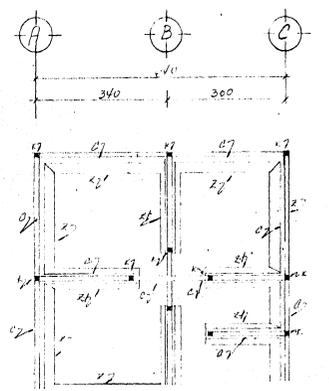
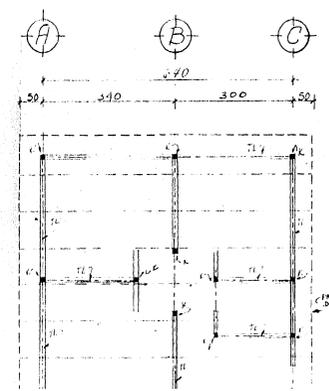
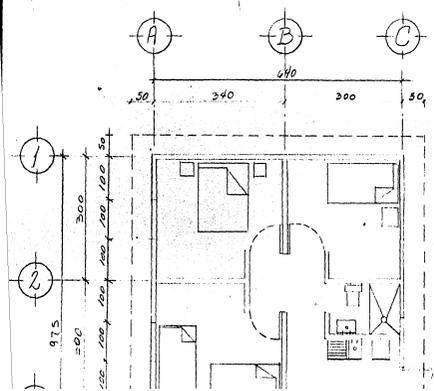
Por lo que respecta a la orientación de la construc--ción, ésta puede ser franca N - S, E - W o con

cierto ángulo convenientemente seleccionado de acuerdo al lugar donde se llevará a cabo la edificación.

En general se recomienda una variación a 45° con respecto al norte y utilizar una barrera de árboles debidamente ubicados, a continuación se presentan las figuras correspondientes.



ORIENTACION DE UNA CASA



CUADRO DE CARGAS				TOTAL
CIRCUITO	WATT	VOLTS	AMPERES	
C 1	3	5		1430
C 2	5	4		1500

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- ⊙ CENTRO DE ALUMBRADO
 - ⊕ CONTACTO
 - ⊖ APAGADOR SENCILLO
 - ⊞ INTERRUPTOR
 - ⊚ MEDIDOR
 - M ACOMETIDA
 - INSTALACION HIDRAULICA
 - - - INSTALACION SANITARIA
 - CASTILLO O COLUMNA
 - - - TUBO O CUBIERTURA

CANTIDADES DE OBRA

12/20/2010

$n = 10 \text{ horas/día} \times 30 \text{ días} = 300 \text{ horas.}$

ϕ : Angulo que forma el colector con la horizontal.

$\phi = 90^\circ - h.$

h : Altura del sol en las diferentes épocas del año, como variará de acuerdo al año se tomará la primavera a las 10 Hrs. - - A. M.

Guaymas Sonora está en la latitud 28° aproximadamente a las 10 hrs. A.M. la altura del sol es - -

$h = 49^\circ 52'$; $\phi = 90^\circ - 49^\circ 52' = 40^\circ 8'$.

La energía captada es:

$$E = 0.698 (0.833) (300) \text{ sen } (\phi+h).$$

Para nuestro caso se cumplirá que $\phi + h = 90^\circ$.

$$E = 0.698 (0.833) (300) (1) = 174 \text{ Kwhr.}$$

La conversión a calorías es:

$$1.0 \text{ Kwhr} = 860 \text{ Kcal}$$

$$\text{Es decir: } 174 \text{ Kwhr} = 149\,640 \text{ Kcal /m}^2. \text{ hr.}$$

Suponiendo que necesitamos agua suficiente para 4 personas:

$$\text{Consumo} = 45 \text{ l/persona día} \times 4 \text{ personas} = 180 \text{ -- lts/día a } 50^\circ\text{C.}$$

Si el agua en esa época se encuentra a una temperatura de 30°C necesitamos aumentar 20°C la temperatura del agua es decir 20 000 Kcal por litro en forma total:

$$180 \text{ lts} \times 20\,000 \text{ Kcal} = 3\,600,000 \text{ Kcal.}$$

Proponiendo un colector de 4.0 M² captaremos:

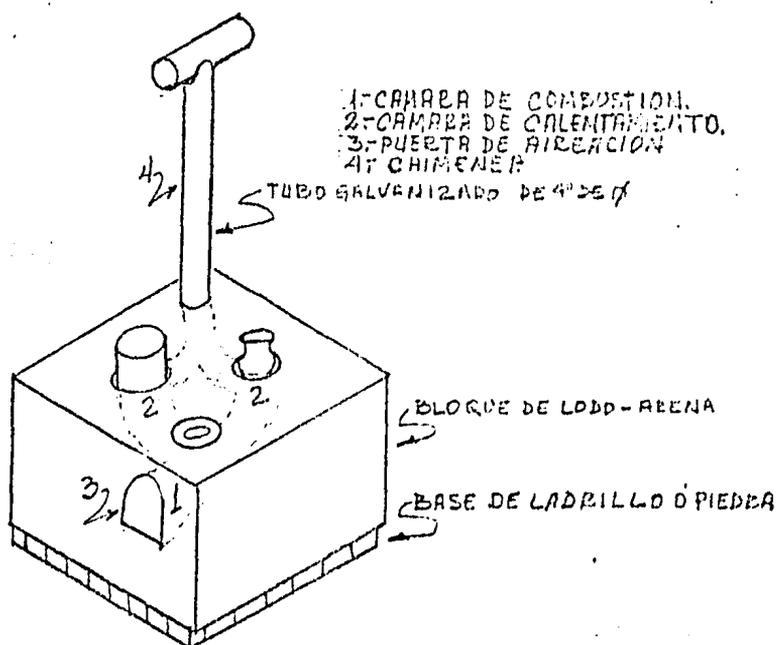
$$E = 149\,640 \text{ Kcal/m}^2.\text{hr} \times 4.0 \text{ M}^2 = 598,560 \text{ Kcal/hr.}$$

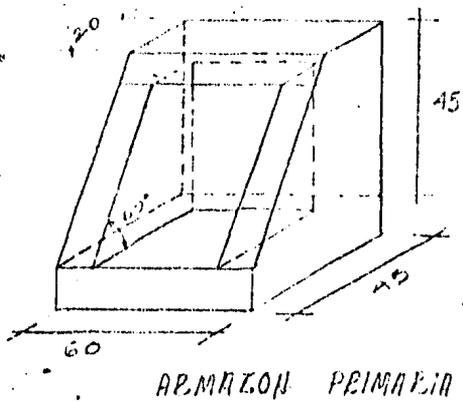
El tiempo de asoleamiento necesario será:

$$T = \frac{3'600,000}{598,560} = 6.0 \text{ hrs. y si tenemos un promedio de 10 hr. se tiene un buen rango de trabajo.}$$

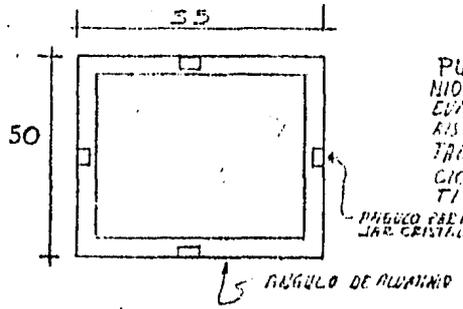
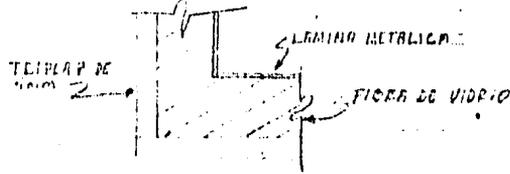
Por lo que respecta a la construcción de una estufa, se empleará también lo referente a las superficies selectivas de captación, usándolas en los recipientes a colocar dentro de la misma dándose por conocida la trayectoria del sol en la región, para las diferentes estaciones del año.

La estufa Lorena consiste en un bloque de arcilla y arena cuyas dimensiones variarán de acuerdo a las necesidades del usuario y si se le implementan quemadores de gas, se aprovecharía el que proviene del digestor a continuación se presenta un diagrama constructivo de la misma.

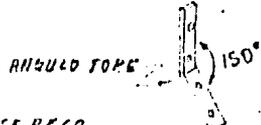
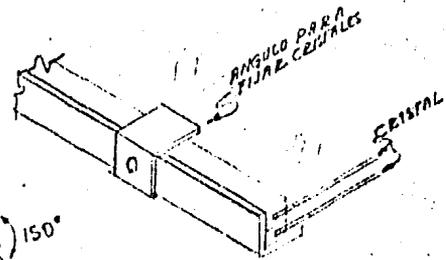
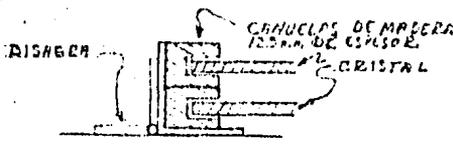




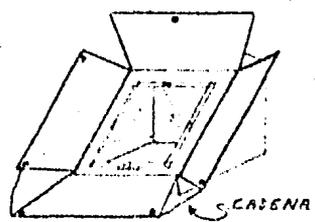
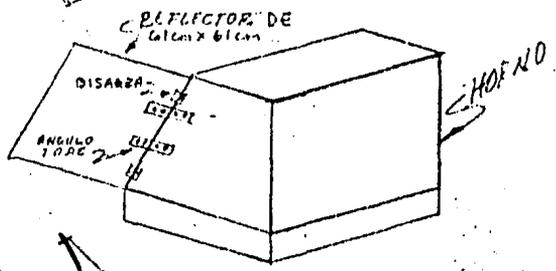
CAJÁ PARA EL HOGAR DEL HORNO A BASE DE TRIPAL Y DE 4mm DE ESPESOR PARA EL FONDO EXTERIOR Y LÁMINA DE ALUMINIO O DE FIERRO GALVANIZADO EN LA PARTE INTERIOR, COMO AISLANTE SE RECOMIENDA TUBO DE CEMENTO DE 8cm DE DIÁMETRO, PUDIÉNDOSE EMPLEAR PAJA O ASERBAU.



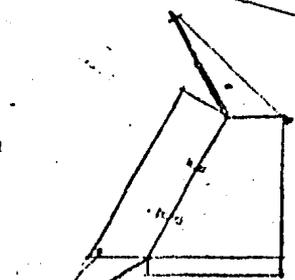
PUESTA DE ALUMINIO DE ANGULO DE ALUMINIO DE 35mm X 25mm, CON DOBLE VIDRIO PARA EVITAR PERDIDAS EXCESIVAS, CEBANDO UN AUMENTO POR JARDO ENTRE LOS DOS CRISTALES DE 3mm DE ESPESOR, A CONTINUACION SE PRESENTAN DETALLS CONSTRUCTIVOS.



PARA LOS REFLECTORES SE RECOMIENDA USAR LÁMINA DE ACERO INOXIDABLE PULIDO CALIENTE 16 ó 18mm DE ACERO GALVANIZADO, SU JARDO DE 10mm COMO MEDIO DE AISLAMIENTO Y COMO TOPE DE ALERNA TURN ANGULOS DE FIERRO.

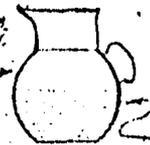


VISTA FINAL



UNICAMENTE SE COLOCAN ANGULOS TOPES EN ESTE LADO PUES OPORTO LOS OTROS DOS SE AJUSTAN AL MEDIO DEL MEJOR ANGULO DE INCIDENCIA.

RECIPIENTE PETA LICO ESPECIAL MINIO (60)



RECIPIENTE CON UNA PELICULA PARA MEJORAR SU AISLACION DE RADIACION VER EL TEMA DE SUBSTANCIAS SELECCIONADAS DE RADIACION.

ESTUFA SOLAR

c) *Diseño y Diagrama de un digestor.*

El diagrama propuesto es empleando una cúpula de fierro-cemento con sus respectivas preparaciones, para la salida de gases y los desechos sobrantes.

Supongamos que únicamente se empleará como apoyo en la preparación de alimentos:

<u>U S O</u>	<u>Cantidad de gas requerido (m³/persona)</u>
Preparación de alimentos	0.42

Supongamos un grupo familiar compuesto por 5 personas, lo que nos daría un digestor con un volumen aproximado de :

$$V = 5 \times 0.42 = 2.1 \text{ m}^3 = 3 \text{ m}^3$$

Tendremos que representará una carga diaria de :

Volumen de agua

$$V_a = 46 \times 3 \text{ m}^3 = 138 \text{ litros}$$

Cantidad de biomasa seca por día, con una C/N= 30

$$C_b = 10.5 \times 3 = 31.5 \text{ Kg.}$$

Es lo que se refiere a carga diaria en cuanto a carga inicial :

$$V_a = 920 \times 3 = 2760 \text{ Litros de agua}$$

$$C_b = 210 \times 3 = 630 \text{ Kilogramos de biomasa}$$

Otra forma de conocer la carga diaria de un digestor, es la de multiplicar su capacidad por el inverso del tiempo de residencia adecuado de la materia a digerir, esto es :

$$C_b = 3.0 \text{ m}^3 \times \frac{1}{T_r}$$

T_r : Tiempo de residencia

Proponiendo un tiempo de residencia de 30 - días :

$$C_b = 3 \cdot x \frac{1}{30} = 0.1 \text{ m}^3/\text{día.}$$

En general, se tendrá que ir adecuando la carga al tiempo de residencia real que presente la materia, y para principiar el trabajo del digestor es suficiente.

- d) Diseño de un aerogenerador y diagrama constructivo del mismo.

Para ilustrar esta parte del trabajo, se eligió un molino de viento que representa una mayor facilidad de construcción, y a la vez un mayor rendimiento en cuanto a energía se refiere.

El punto de partida es la elección del generador o alternador, para el ejemplo tomaremos los siguientes datos base :

Velocidad de máximo rendimiento

$$V = 9 \text{ m/seg.}$$

Potencia máxima de salida del generador

$$P = 500 \text{ W}$$

Coefficiente de rendimiento

$$C_r = 0.3$$

La potencia anterior es la producida por el generador pero su potencia de entrada depende de su eficiencia y suponiendo que su potencia de entrada sea :

$$P_i = 1200 \text{ W}$$

Lo que nos daría una eficiencia de :

$$e = \frac{500}{1200} = 0.417 \quad e\% = 41.7$$

La eficiencia anterior es muy baja, pero se puede -
aumentar con una caja de engranajes que tenga relación
1 : 20

Con los datos anteriores es posible calcular el área
de barrido de las aspas :

$$P_i = 1.2 \text{ Kw.}$$

Empleando la fórmula :

$$P = 0.00064 Cr A V^3$$

Despejando el área :

$$A = \frac{P}{0.00064 Cr V^3}$$

$$A = \frac{1.2}{0.00064 \times 9^3 \times 0.3} = 8.57 \text{ m}^2$$

Despejando el radio :

$$r^2 = \frac{8.57}{3.142} = 2.73$$

$$r = \sqrt{2.73} = 1.65 \text{ m.}$$

Por lo que el diámetro requerido es 3.3 metros

El siguiente paso es revisar el engranaje acelerador, em-
pleando la relación de velocidad periférica, es decir la
relación de la velocidad del viento y la velocidad de mo
vimiento de las aspas, para nuestro cálculo :

Relación de velocidad periférica = 1

Lo que nos indica que las aspas se desplazarán:

$$L = 9 \text{ m/seg.} \times 1 \text{ seg.} = 9 \text{ m. en un segundo}$$

La longitud de nuestra circunferencia

$$L = \pi d = 3.142 \times 3.3 \text{ m} = 10.4 \text{ m.}$$

En un minuto las aspas girarán :

$$L = 9 \text{ m/seg} \times 60 \text{ seg} = 540 \text{ m.}$$

Con lo anterior obtendremos las revoluciones por minuto - con que giran las aspas.

$$\frac{540}{10.4} = 52 \text{ rpm.}$$

Y suponiendo que para producir 500w. de salida, el generador debe girar a 3500 rpm, el engranaje de aceleración deberá tener una relación de :

$$\frac{3500}{52} = 67 : 1$$

Para que pueda proporcionar la velocidad adecuada el alternador, originalmente se propuso una caja de engranajes con relación 1:20, el cual se complementará con un sistema de poleas en V, que proporcionen una aceleración de 3.35 : 1 proporcionándonos una relación final de 20:1 x 3.35:1 = 67:1.

Restaría finalmente el encontrar la batería adecuada y el número necesario para cubrir las necesidades, -- para cuando no se presentará la velocidad de diseño.

Supongamos que para iluminación necesitamos utilizar lámparas de 24 voltios (tipo fluorescente), que necesitan aproximadamente 0.5 amperios, y nuestras necesidades son 5 lámparas durante 5 horas diarias, -- por lo que la demanda total será :

$$0.5 \text{ amperios} \times 5 \text{ lámparas} \times 5 \text{ horas} =$$

$$12.5 \text{ Ah (amperios hora)}$$

Los watios necesarios para surtir nuestra demanda -- son :

$$P = 12.5 \text{ Ah} \times 24\text{V} = 300\text{watios.}$$

Una batería normal tiene una capacidad de 6 voltios y 100 Ah, es decir :

$$P = 6\text{V} \times 100 \text{ Ah} = 600\text{watios}$$

Por lo que una batería cargada duraría :

$$\frac{600}{300} = 2 \text{ días.}$$

Y el generador produce $P = 1200$ watios hora

$$\text{Número de baterías} = \frac{1200}{600} = 2 \text{ baterías}$$

Dos baterías nos durarían 4 días, en que no hubiera viento.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, (1976-1982), se consideraba que para 1982 habría en el país un déficit de 1'031,915 viviendas.

Ahora bien, es comprensible que con la situación económica por la que atraviesa el país, este déficit se incrementará debido a que la inversión para viviendas de interés social disminuye. Además, cabe aclarar que sólo una parte reducida de la población puede adquirir viviendas de interés social pues, por la utilidad que deben reportar dichas viviendas, su precio comercial es elevado.

Por tanto, si con la crisis económica se afectó la inversión destinada a la construcción de viviendas de interés social, es lógico suponer que de existir programas de apoyo para la autoconstrucción, también se vieron afectados e incluso cancelados. Es pertinente explicar que los programas de autoconstrucción no han representado un buen mercado para la industria de la construcción, pues la utilidad es muy baja, ya que son acciones tendientes a proveer de viviendas a las capas sociales de más bajos recursos.

Es indudable que no ha sido planteada una acción dirigida a organizar la autoconstrucción a nivel nacional, es necesaria la creación de un organismo coordinador para la autoconstrucción que se plantee acciones y objetivos a largo plazo, ya que antes de proceder a la acción, es pertinente realizar un estudio previo a fin de detectar los

factores socioculturales y las necesidades de vivienda de la comunidad con que se trabaja. Esto permitirá elaborar un inventario de los materiales factibles de emplearse y elegir la tecnología adecuada. Sin embargo, no deben descuidarse las necesidades inmediatas de la comunidad, pues se correría el riesgo de que al iniciar las acciones planteadas en un programa a largo plazo, estas resultan insuficientes u obsoletas.

Sin embargo, no es la autoconstrucción el único problema a solventar; en el caso de las áreas suburbanas se deben prever los problemas de tenencia del suelo y su regularización.

Ante los problemas planteados, es menester promover en los cursos de nivel de educación superior, el interés por desarrollar adecuadamente la autoconstrucción.

- *Plan Nacional de Salud 1974-1983. Volumen III Programas, S.S.A. México 1974.*
- *Investigaciones en Autoconstrucción. Memoria de la Primera Reunión Nacional Sobre Investigaciones en Autoconstrucción. CONACYT. México 1979.*
- *Mendoza Carlos, Mena Víctor. Propiedades Básicas del Ferrocemento. Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1977.*
- *Erazo Enrique, Meli Roberto. Sistemas de Techo para Autoconstrucción. Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1979.*
- *Erazo Enrique, Meli Roberto. Sistema de Cubierta y Entrepiso para Autoconstrucción. Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1979.*
- *Mendoza Carlos, Zucker Leonardo. Aplicaciones del Azufre a la Vivienda Económica y a otras Construcciones. Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1980.*
- *Kern Ken. La Casa Autoconstruida. Ed. Gustavo Gili. Madrid 1982.*
- *Romero Alma, García Carlos, Sánchez Inés, Sánchez Enrique. La Tierra en la Construcción. Escuela de Arquitectura, Universidad Autónoma de Baja California. México 1979.*
- *El Habitat y El Sol. DIGAASES, SAHOP. México 1982.*

- *Boletín Técnico de Energía Solar y Colaterales.* DIGAASES, SAHOP. México 1982.
- *Curso Nacional Sobre Energía Solar y Colaterales.* DIGAASES, SAHOP. México 1982.
- *Cartillas de Energía Solar.* DIGAASES, SAHOP. México 1979.
- *Almanza Rafael, López Serafín. Radiación Solar Global en la República Mexicana, Mediante Datos de Insolación.* Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1975.
- *Almanza Rafael, López Serafín. Concentradores Solares.* Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1981.
- *Almanza Rafael, López Serafín. Utilización de las Superficies Selectivas en la Energía Solar.* Instituto de Ingeniería, UNAM. México 1976.
- *Vale Brenda y Robert. La Casa Autosuficiente H. Blume Ediciones. Madrid 1980.*
- *Aprovechamiento Energético de la Biomasa.* DIGAASES, SAHOP. México 1981.