

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

EL PURIFICADOR SOLAR PARA LA VIVIENDA RURAL EN GUATEMALA



GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1,990.

DL
02
T(468)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO	Arq. Francisco Chavarria Smeaton.
SECRETARIO	Arq. Sergio Enrique Véliz Rizzo.
VOCAL 1	Arq. Marco Antonio Rivera Mendoza.
VOCAL 2	Arq. Héctor Santiago Castro Monterroso.
VOCAL 3	Arq. Rafael Adolfo Herrera Bran.
VOCAL 4	Prof. Juan Calos Alvarado Ovalle.
VOCAL 5	Br. Carlos Roca Jerez.

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO	Arq. Francisco Echeverría Smeaton.
SECRETARIO	Arq. Sergio Enrique Véliz Rizzo.
EXAMINADOR	Arq. José Luis Gándara Gaborit.
EXAMINADOR	Arq. Miguel Angel Zea Sandoval.
EXAMINADOR	Ing. Edgar Agustín Cáceres Cifuentes.
ASESOR	Arq. Osmar Eleázar Velasco López.
CONSULTOR	Arq. Roberto Archila Rios.

INDICE

1.	Introducción	
2.	El sol y la tierra	Capítulo I
3.	El sol y la vivienda	Capítulo II
4.	La vivienda en Guatemala	Capítulo III
5.	Purificadores de agua	Capítulo IV
6.	Experimentación del prototipo	Capítulo V
7.	Conclusiones y recomendaciones	Capítulo VI
8.	Propuesta	Capítulo VII
9.	Glosario de términos.	
10.	Bibliografía.	
11.	Anexo 1.	
12.	Anexo 2.	

Introduccion

O B J E T I V O

Diseñar un purificador solar de agua, utilizando materiales locales, reduciendo así el costo respecto a los purificadores de agua actuales e incorporarlo a la vivienda del área rural, en función de las actividades que mantienen relación con el mismo.

A N T E C E D E N T E S

Al visitar las comunidades del interior del país y dentro del desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, se observaron diversos problemas que afrontan estas comunidades, los cuales podrían tener solución mediante la aplicación de la Tecnología Apropiada dentro del campo de la Arquitectura y específicamente en lo que se ha denominado Arquitectura Solar.

Surge así la inquietud de llevar la teoría de las aulas a la práctica en el campo para tratar de solucionar un factor de las diversas necesidades que giran en torno a la vivienda.

De esta forma se determina cómo el conocimiento adquirido en la formación académica de la Facultad de Arquitectura, se puede poner en práctica y participar en la difícil tarea de resolver las necesidades que, en torno a la vivienda, existen a nivel nacional.

J U S T I F I C A C I O N

1. RELEVANCIA

1.1 RELEVANCIA CIENTIFICA:

En el estudio realizado se hacen explicitos los diferentes factores que influyen en el diseño del purificador solar, así como el uso adecuado de los materiales y la orientación que dentro de la vivienda debe dársele para obtener resultados óptimos, en su relación con las actividades que le son afines.

1.2 RELEVANCIA HUMANA:

Con este trabajo se espera coadyuvar indirectamente en mejorar la calidad de vida de las personas, especialmente a las familias del área rural, mejorando sus condiciones de salud.

1.3 RELEVANCIA CONTEMPORANEA

En el pasado las fuentes de abastecimiento de agua fueron potables y se encontraban cercanas a la vivienda, actualmente debido a la contaminación ambiental se hace necesario purificar el agua en el area rural, de no tomarse medidas correctivas las condiciones sanitarias tenderan a volverse precarias deteriorando consecuentemente la calidad de vida.

2. BENEFICIOS

2.1 CAMPO DE LA ARQUITECTURA:

- 2.1.1 Este trabajo pretende dar nuevas soluciones a partir de necesidades detectadas y así enriquecer las fuentes de información y experimentación dentro de la Facultad de Arquitectura.
- 2.1.2 Como se podrá apreciar en el trabajo, la solución encontrada está fundamentada en principios planteados en el uso de la energía solar, lo cual vendría a ahorrar otros recursos energéticos
- 2.1.3 Este trabajo constituirá un aporte a la experimentación que la Facultad de Arquitectura desarrolla en busca de nuevas soluciones a los diversos problemas que se plantean, en cuanto a tecnología de bajo costo.

2.2 BENEFICIOS A LAS COMUNIDADES

- 2.2.1 Con la integración del purificador solar a la vivienda, los pobladores solucionarán a bajo costo, una de sus necesidades -la de agua potable, mejorando así su calidad de vida.

2.2.2 Al tomar conciencia de sus necesidades, los pobladores podrian acudir y encauzar las mismas para buscarles solución, con la asesoría en los programas de ejercicio profesional supervisado en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

DELIMITACION DEL TEMA Y METODOLOGIA DE TRABAJO

La investigación se orientó con el fin específico de determinar la necesidad de agua potable, qué demanda existe en la actualidad. Luego de ello, se estudió qué puede hacerse para resolver esta necesidad en torno a la vivienda, valiéndose de la tecnología apropiada y la utilización de la energía solar.

El consumo de agua potable es una necesidad en la vivienda rural que el purificador solar de agua puede satisfacer a bajo costo, principalmente para sostener adecuadamente las funciones de la vivienda en el desarrollo de la familia dentro del contexto social, utilizando los recursos con que se cuenta en Guatemala.

En este trabajo se pretende obtener un prototipo para purificar el agua con la energía solar y determinar cómo éste se integraría al entorno de la vivienda y la relación que tendría con los espacios internos y externos. El proyecto tiene dentro de sí una fase de experimentación de campo.

Asimismo, dentro del proyecto se proponen opciones para integrar el purificador solar a la vivienda, tratando de hacer realidad el concepto de diseño arquitectónico: "toda práctica técnica cuyos productos tienen por finalidad básica constituirse en espacios habitables a escala humana y que soportan parcialmente el sistema social en que se inscriben: diseño de interiores, de edificaciones aisladas, de conjunto de edificaciones, de espacios abiertos, etc." /1

TECNICAS Y RECURSOS

1. Técnicas de Investigación:

1.1 Técnica de observación documental.

1.2 Técnica, observación y experimentación de formas y materiales.

1.3 Experimentación de campo.

2. Recursos:

2.1 Lectura y fichaje de libros sobre cómo aprovechar la energía solar, estudio de la vivienda rural y tecnología apropiada en la Arquitectura.

2.2 Investigación para la fabricación del filtro solar en instituciones dedicadas a este campo.

2.3 Análisis de sistemas similares.

1 Castañeda, Gilberto. Hacia una Concepción de la Arquitectura; citado en Velasco, Osmar, La Tecnología Apropiada y su Aplicación a la Arquitectura.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS

El acceso a mejorar las condiciones de vida en la vivienda rural, a través de dotar de agua potable a la vivienda puede lograrse en la reducción del costo de los sistemas actuales para purificar agua mediante el estudio, la forma, los materiales, la optimización y la integración del purificador solar a la vivienda.

ALCANCES Y LIMITACIONES

El mayor alcance de este trabajo está en demostrar que, mediante la integración del purificador solar a la vivienda rural, se podría coadyuvar a mejorar la calidad de vida de los habitantes de escasos recursos del área rural. Igualmente la Facultad de Arquitectura se proyectaría a la población al proyectar paulatinamente una vivienda que respondiera a las necesidades de la población, con soluciones económicas y, en su mayoría, utilizando los elementos naturales como fuente de energía.

Las limitaciones encontradas en el desarrollo del trabajo fueron principalmente económicas. Se elaboraron cinco prototipos diferentes y se experimentó con ellos, estudiando los resultados y evaluando los materiales. Finalmente se logró el prototipo propuesto y se integró a la vivienda, siendo este el que fue llevado al interior del país para obtener el rendimiento diario.

De acuerdo con los resultados obtenidos se propone integrarlo a la vivienda mediante un estudio que comprende básicamente tres partes: los aspectos climático, las funciones internas y las funciones extenas de la vivienda.

Capítulo I

EL SOL Y LA ARQUITECTURA

1.1 EL SOL Y LA ARQUITECTURA

Dentro del campo de la Arquitectura se ha integrado un concepto nuevo: éste es el concepto solar, que no deja de ser discutido nombrándosele. "solidarizado", "dirigido hacia el sol", "pasivo", "activo", "ecológico" y por último "bioclimático", formando unidad con la utilización de la energía solar y enfatizando éste en la forma que se utiliza, dicha energía puede emplearse en una forma integral y aplicarla en el medio ambiente. El término que engloba todos los conceptos es el bioclimático. /2

Sin embargo se debe reconocer que a causa del encarecimiento y escasez de los recursos energéticos tradicionales, se investigan otros recursos y se dirigen las expectativas hacia la energía ambiental ilimitada como lo es el sol y no sólo como una opción tecnológica, sino también dentro del perfil de una sociedad futura. La utilización directa del sol con los materiales naturales o que necesiten poca transformación, ofrece un gran campo de aplicación en Guatemala para mejorar no sólo la calidad de vivienda y de vida, sino también las relaciones de conglomerado urbano y el medio ambiente. Por lo tanto resulta imprescindible conocer qué relación tiene el sol con la tierra.

2/ Patrick Bardou, Arzoumanian
Sol y Arquitectura
Barcelona, Gustavo Gili 1981

1.2 EL SOL

El Sol es la estrella más cercana a la Tierra, formada de una enorme masa de gas, situado a 150,000,000 kms. siendo y su edad de unos 5,000,000,000 de años; provee a la Tierra directa o indirectamente, de casi la totalidad de energía que ahí se consume. El sol irradia una energía de 6,600 w/cm², por ondas electromagnéticas (fenómeno ondulatorio) y alcanza los límites de la atmósfera terrestre con una energía de 0.14 w/cm², valor que se llama "constante solar". Esta se descompone en una parte visible (longitudes de ondas medias, 44% de la energía), una parte invisible con los rayos infrarrojos (longitudes de ondas largas, el 53% de la energía) y los rayos ultravioleta (longitudes de ondas cortas, el 3% de la energía).

1.3 POSICIONES DEL SOL Y LA TIERRA:

La Tierra gira alrededor del Sol con una trayectoria elíptica. Debido a esta trayectoria, la distancia entre la Tierra y el Sol varía entre el solsticio de verano (distancia máxima) y el solsticio de invierno (distancia mínima) más o menos el 1.07% con relación a la distancia media de los periodos de equinoccios. Así, la iluminancia energética de la tierra varía más o menos 3.5% del valor medio de 1,400 w/m².

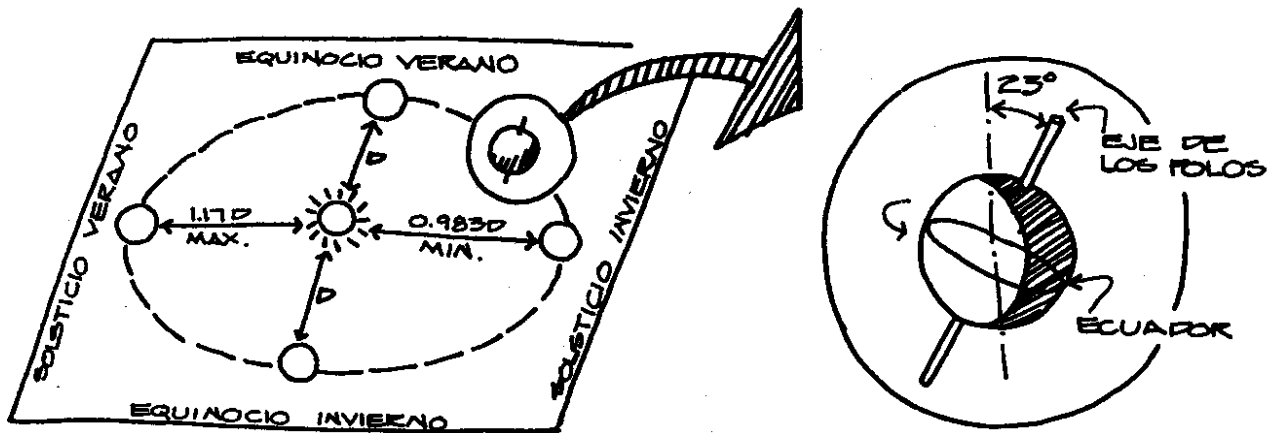


Figura 1 Trayectoria y posiciones de la Tierra alrededor de Sol

1.4 EJE DE ROTACION DE LA TIERRA Y EL SOL

El eje de rotación de la Tierra y el Sol tiene un ángulo de 23° respecto a la vertical de la trayectoria elíptica de la tierra definiendo así las estaciones del año. El movimiento de la Tierra sobre su eje polar (una vuelta completa, 24 horas) define el día y la noche (ver figura No. 1).

1.5 INFLUENCIA DE LA ATMOSFERA:

La radiación solar atraviesa 8 kms. de atmósfera gaseosa, produciéndose varios fenómenos que disminuyen el flujo energético.

La difusión se produce al topar la radiación solar con ondas

de longitud superior a las moléculas gaseosas, produciendo el fenómeno del cielo con su color azul.

La absorción por gases y longitudes de radiación calienta la atmósfera, mientras que la reflexión de la irradiación solar se debe a partículas en suspensión (arenas, motas, etc.).

Por esto, la energía solar recibida en el suelo puede ser de los siguientes tipos: radiación directa, difusa o reflejada de las nubes. (ver figura No. 2).

1.6 BALANCE DEL SUELO TERRESTRE:

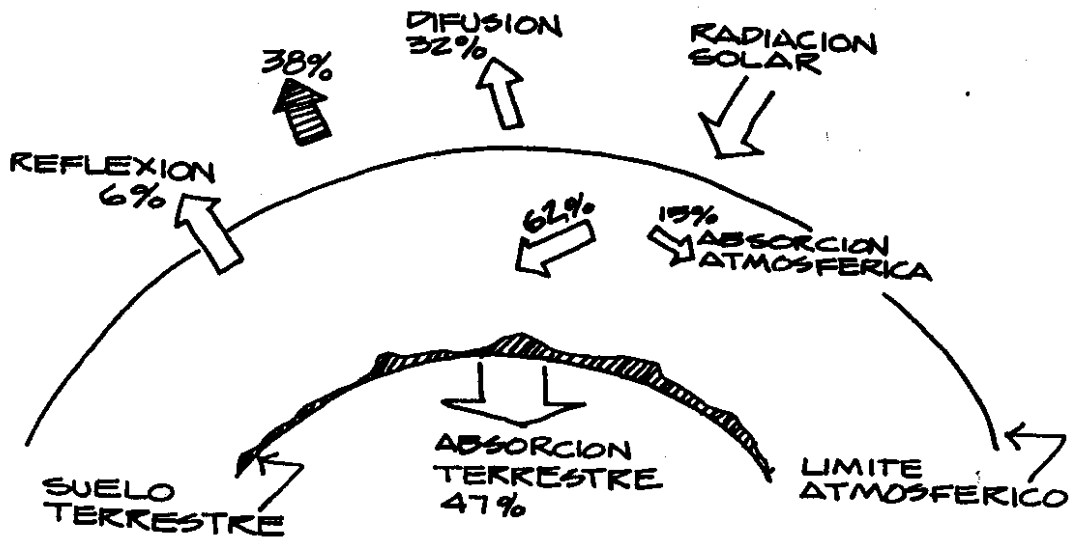


Figura No. 2 Radiación Solar

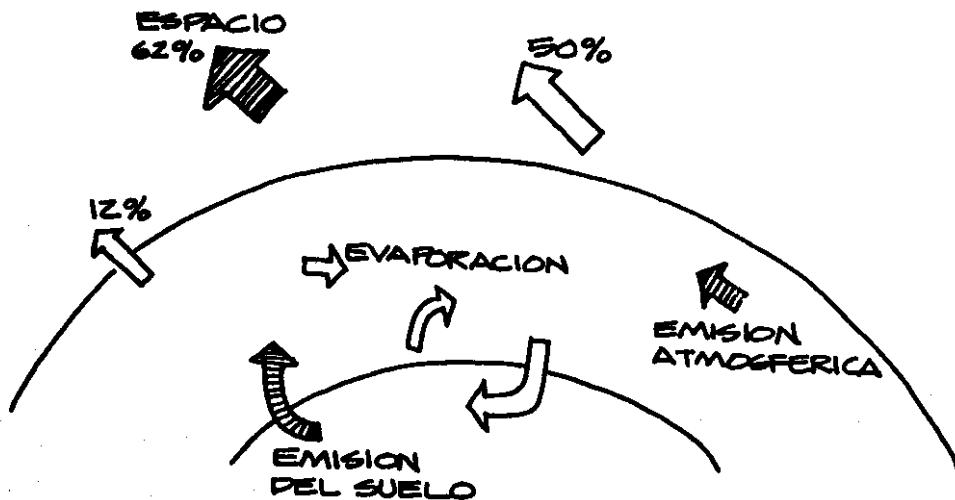


Figura No. 3 Radiación Terrestre

Radiación Solar:

Difusión	32%	Absorción atmosférica	15%
Reflexión	6%	Absorción terrestre	47%
<hr/>		<hr/>	
Devuelta al espacio	38%	Absorción terráquea	62%

Radiación Terrestre:

Emisión atmosférica	50%
Emisión terráquea	12%
<hr/>	
	62%

Balance:

Radiación Solar		Radiación Terráquea		
(+ 62%)	+	(- 62%)	=	0

O sea que en la escala de un año el balance energético de la

tierra es igual a cero. La energía devuelta al espacio por el sistema tierra-atmósfera es igual a la energía suministrada por el sol.

7. ATMOSFERA Y LATITUD

La trayectoria de la radiación solar varía y mientras más cerca se encuentre al lugar de los polos menos potente será. Asimismo será más potente en el cenit que en el oriente y poniente.

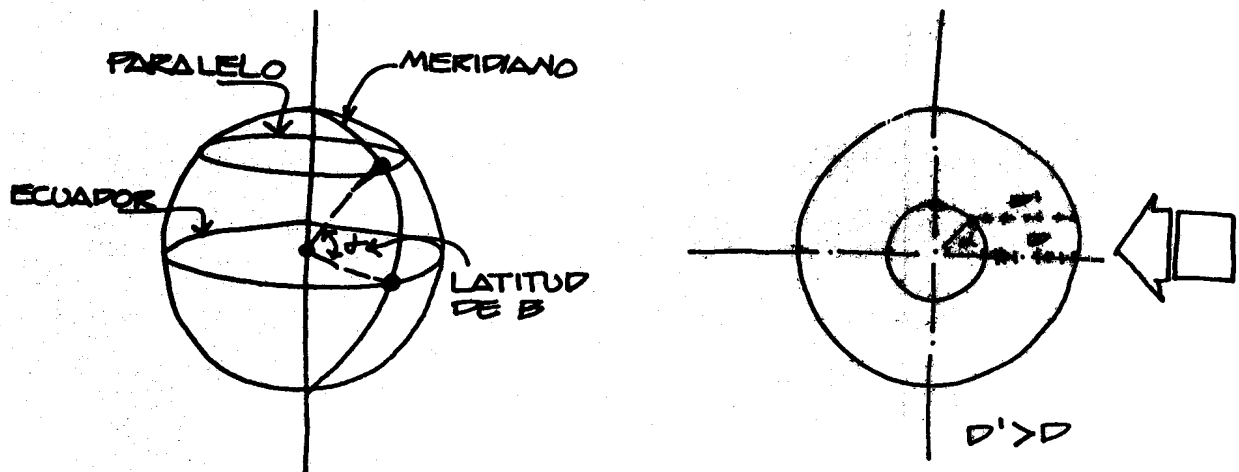
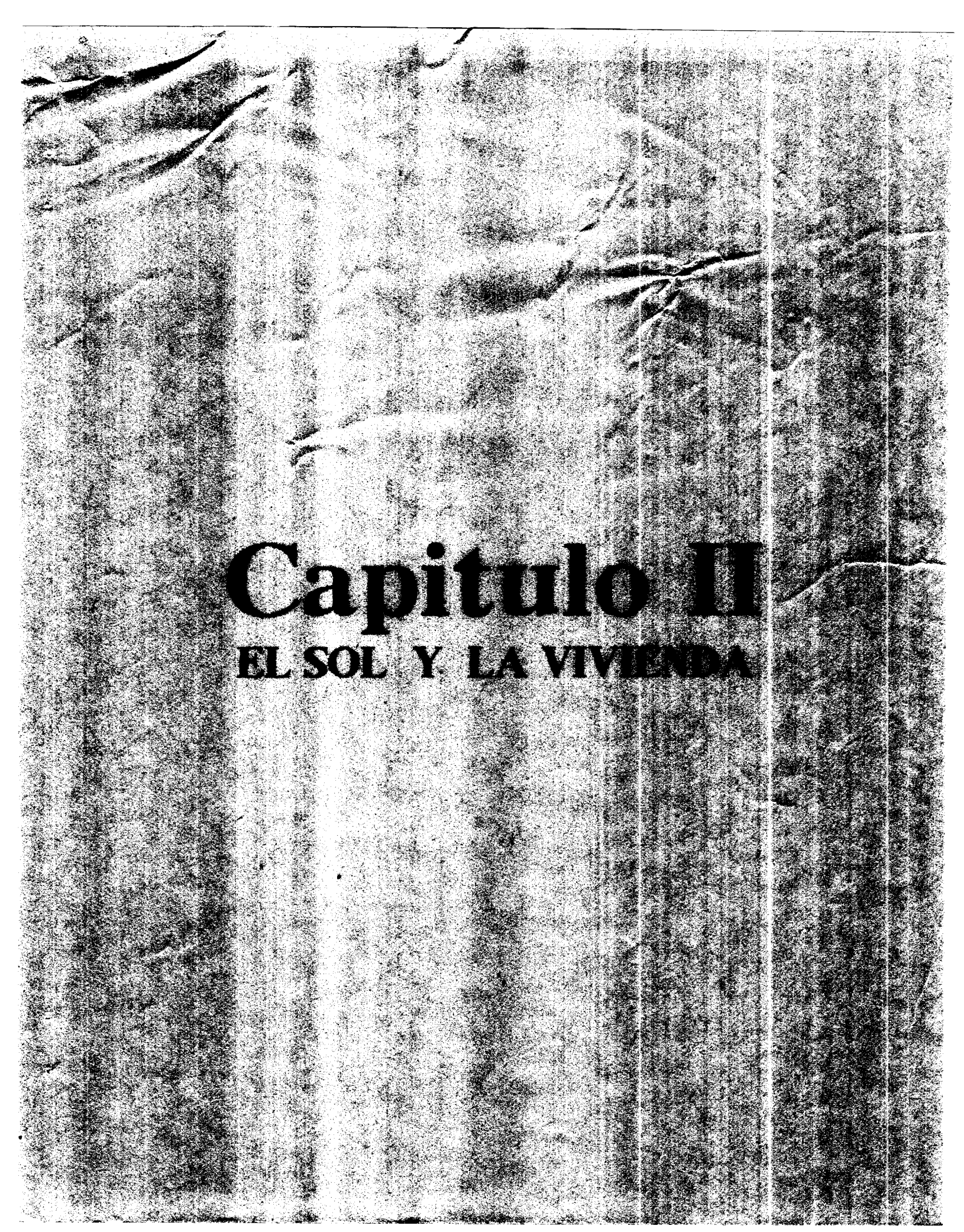


Figura No. 4 Latitud de un lugar y masa atmosférica atravesada por la radiación solar



Capítulo II

EL SOL Y LA VIVIENDA

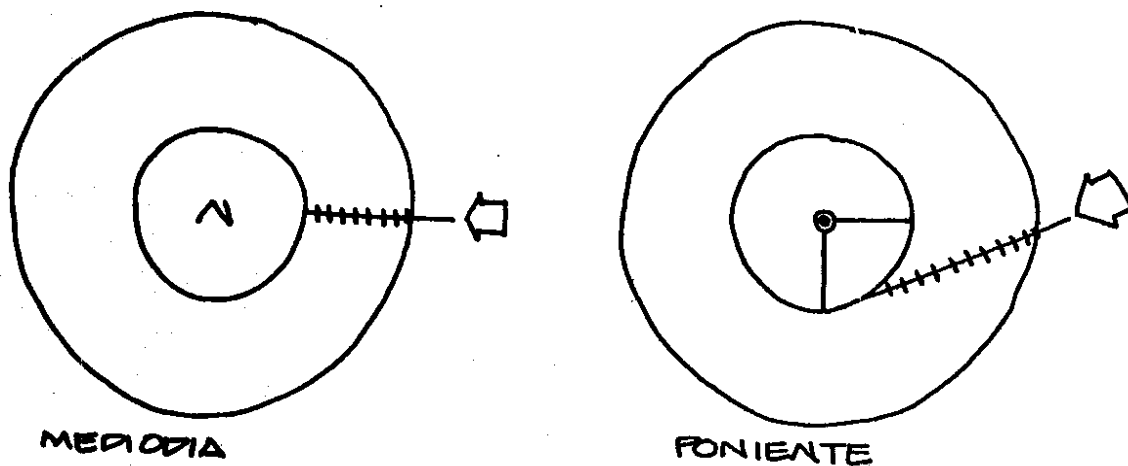


Figura No. 5 Masa atmosférica atravesada por la radiación en el cenit y al poniente.

1.8 DIRECCION DE LA RADIACION SOLAR

Para un flujo energético determinado, la potencia disponible en el lugar dependerá de la dirección de la radiación. Así, la potencia de radiación por unidad de superficie es mayor en una proyección perpendicular a un plano.

Dependiendo la efectividad de la radiación solar de la posición de la tierra respecto al sol durante el día y de los solsticios y equinoccios durante el año, determinándose estas posiciones por medio del azimut y la altitud.

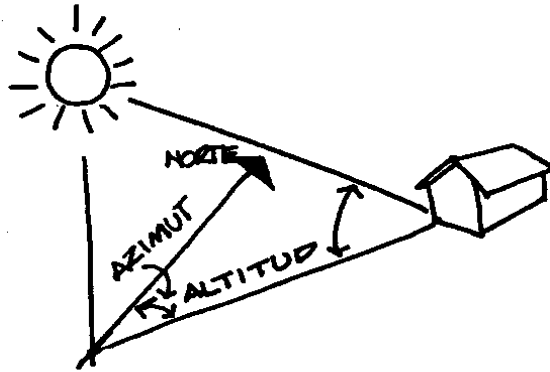


Figura No. 6

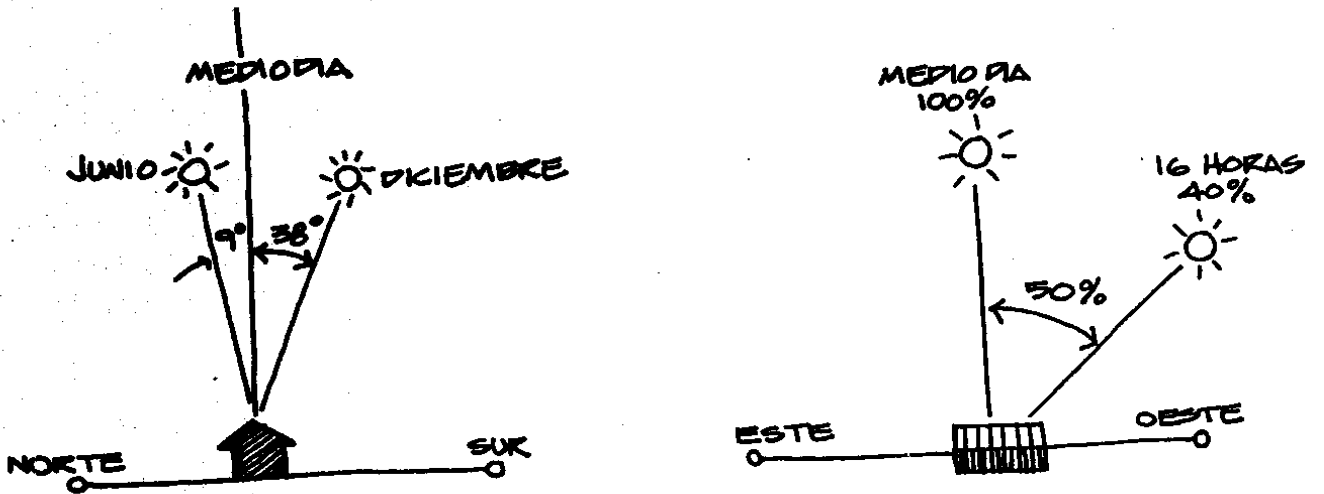


Figura No. 7

Republica de Guatemala.

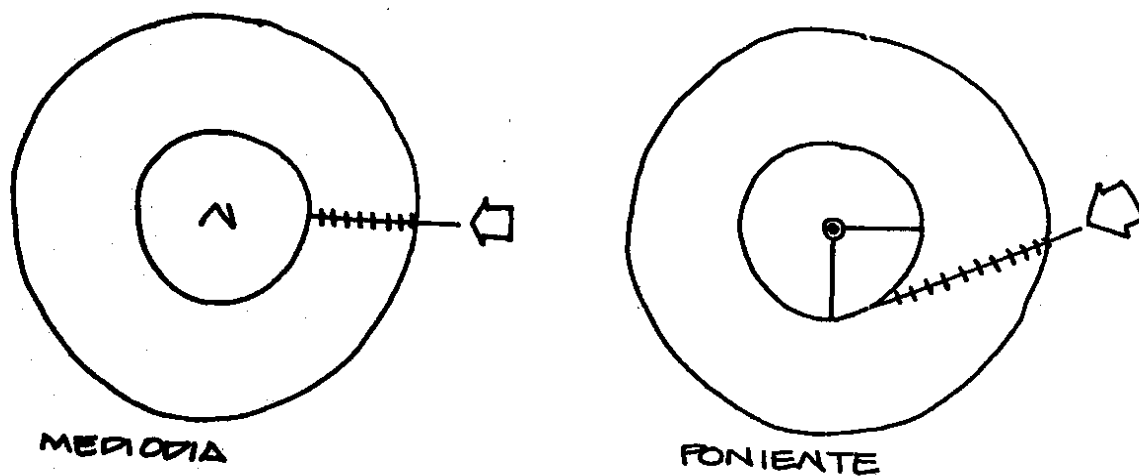


Figura No. 5 Masa atmosférica atravesada por la radiación en el cenit y al poniente.

1.8 DIRECCION DE LA RADIACION SOLAR

Para un flujo energético determinado, la potencia disponible en el lugar dependerá de la dirección de la radiación. Así, la potencia de radiación por unidad de superficie es mayor en una proyección perpendicular a un plano.

Dependiendo la efectividad de la radiación solar de la posición de la tierra respecto al sol durante el día y de los solsticios y equinoccios durante el año, determinándose estas posiciones por medio del azimut y la altitud.

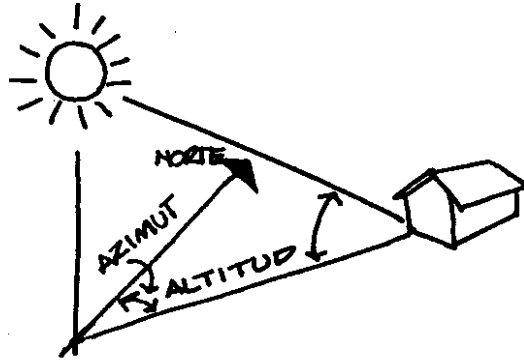


Figura No. 6

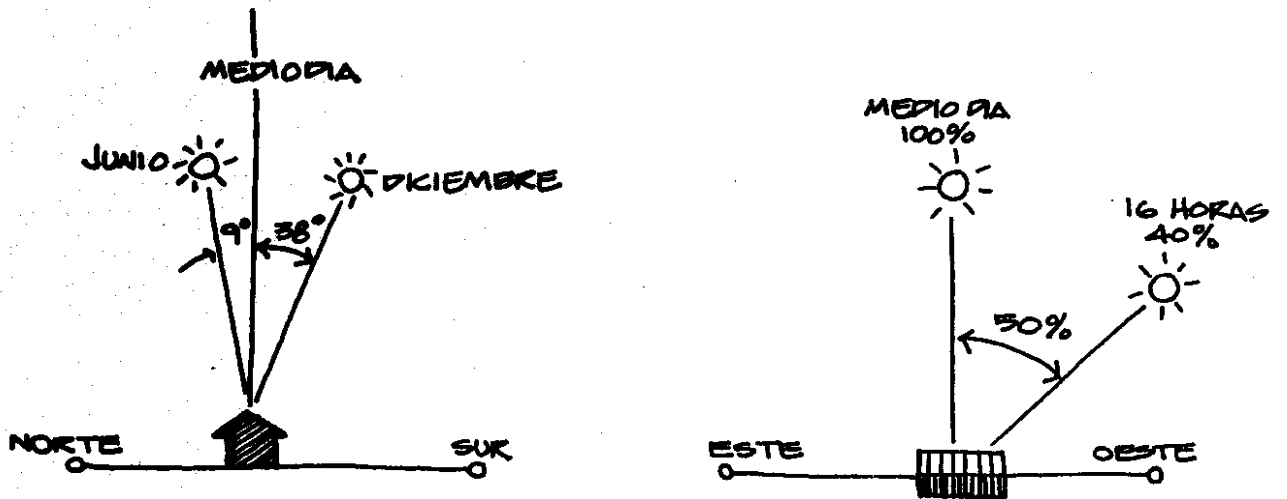


Figura No. 7

Republica de Guatemala.

2. EL SOL Y LA VIVIENDA

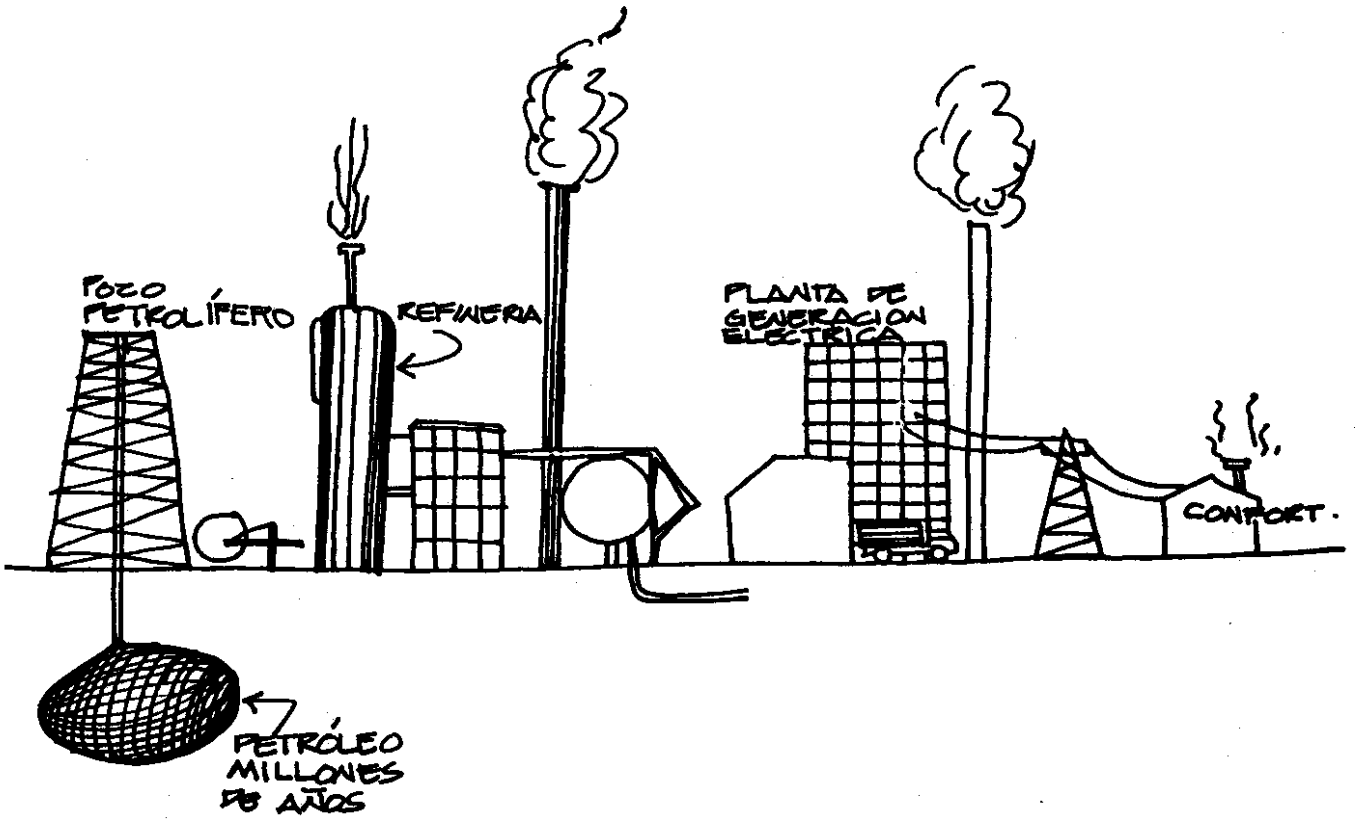
2.1 El sol por medio de la radiación hace llegar a la tierra 173 billones de kw. De esta energía, el 77% regresa al espacio y el resto, un 23% provoca una serie de fenómenos que reunidos se les denomina clima, así como fenómenos químicos como la fotosíntesis. /3

Los fenómenos mecánicos como el viento (motor de viento, molinos de viento), la energía hidráulica (molinos de agua, turbinas), la lluvia (irrigación) y los fenómenos químicos como la agricultura, ganadería, combustibles (madera, aceites y petróleo) los ha utilizado el hombre en el transcurso de su historia.

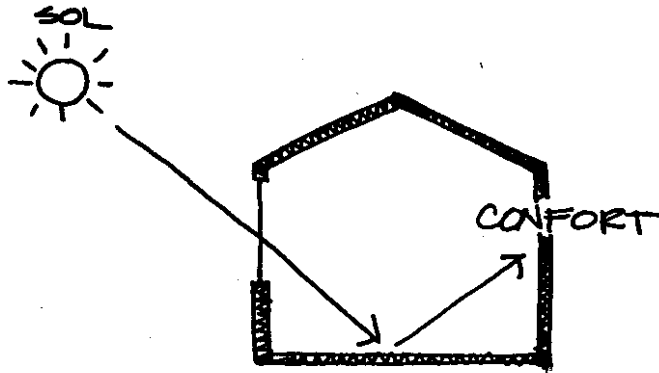
La utilización directa de la radiación solar es ilimitada. Actualmente sólo se utiliza el 23%, mientras que el 77% es reflejado, y solo una parte de esta energía puede ser usada fácilmente. La forma de utilizar esta energía es aprovechando el calentamiento de la corteza terrestre, es decir, de los materiales que la componen.

Así, los principios de la Arquitectura Solar serán: 1.- "Controlar (favorecer o impedir) la recepción de la radiación solar, 2.- dirigir sus aportaciones energéticas y 3.-dominar los intercambios térmicos entre el exterior y el interior" /3

/3 Patrick Bardou, Varoujan Arzoomanian
Sol y Arquitectura, Página 25, Editorial Gustavo Gili, S.A.
Barcelona 1981



ENERGIA TRADICIONAL (A)



ENERGIA SOLAR (B)

Figura No. 8 El proceso completo del modo tradicional de calentar una vivienda (a) y la utilización directa de la radiación solar (b).

2.2 LA VIVIENDA

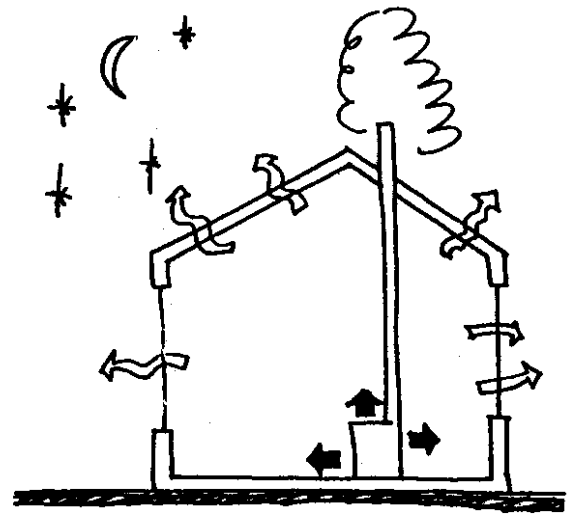
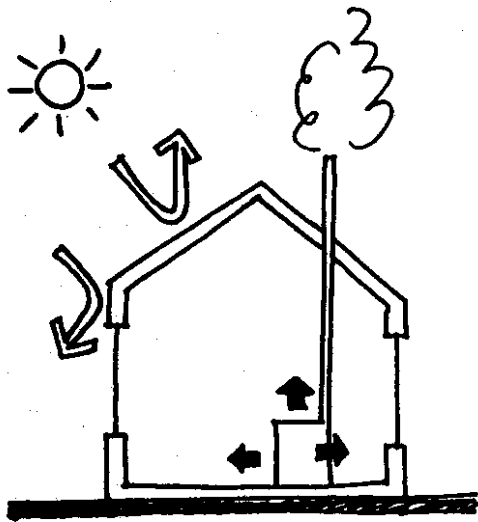
cuevas, en las copas de los arboles y finalmente en casas.

En el inicio se apreció que el hombre buscaba bienestar y confort al construir una casa y a medida que ésta se fue llenando de símbolos y lujos, se convirtió en un producto estereotipado, cada vez menos confortable para quien la habita.

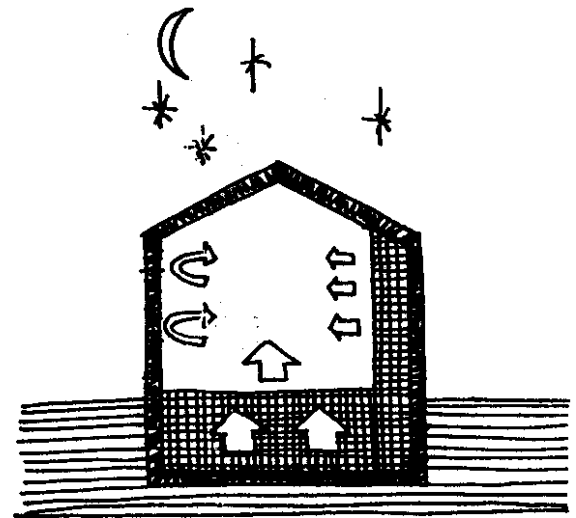
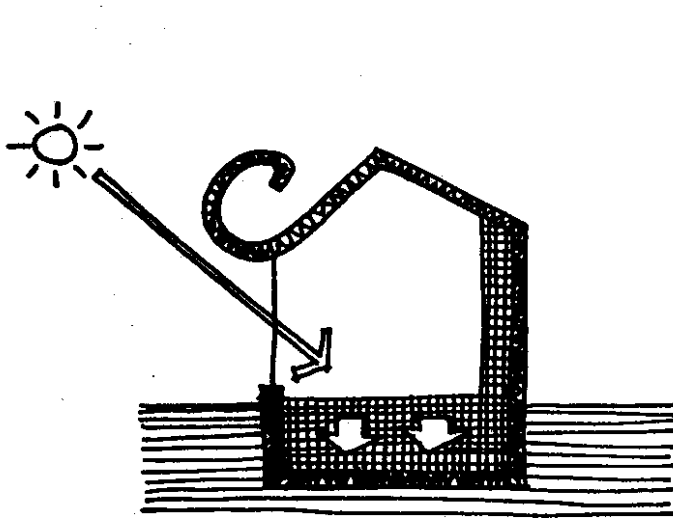
La vivienda conforme ha evolucionado ha creado necesidades en torno a ella. Dentro de estas necesidades se pueden mencionar las redes de drenajes para conducir y tratar las aguas negras y el agua pluvial, la red de agua potable, la distribución eléctrica, etc. En muchos casos como en Guatemala, estos requerimientos no han sido bien resueltos, causando daños al medio ambiente, con la contaminación del aire, el agua, erosionando la tierra, deforestando bosques, etc.

Así también para el confort de los habitantes se utiliza la energía tradicional (petróleo y sus derivados, Figura 8 y 9.a) para mantener la temperatura por medio de la calefacción o enfriando la misma utilizando una costosa y cada vez más escasa energía tradicional. Actualmente se presenta la opción de utilizar la energía solar para mantener el confort dentro de la vivienda para quienes la habitan, eligiendo así un vector energético que no tenga

consecuencias que dañen peligrosamente el medio ambiente.



a) Calefacción Tradicional



b) Utilización directa de la radiación solar

Figura No. 9 Mantenimiento de la temperatura interior de una vivienda por medio de una calefacción tradicional a base de combustibles (a) o mediante la utilización directa de la radiación solar (b)

También existen alternativas solares para satisfacer las necesidades que en torno a sí ha creado la vivienda y el bienestar de quienes la habitan.

Dentro de las alternativas solares se presentan los colectores solares, los que sirven para calentar el agua utilizando la energía del sol. También se encuentra el deshidratador de alimentos, logrando que éstos puedan ser almacenados y conservados por más tiempo. El purificador solar que purifica el agua contaminada, salada, etc. Además, también existen estufas solares, fotoceldas para producir electricidad, etc.

Como se ha mostrado, el sol es la fuente ilimitada (y sin ningún costo) de energía que se puede utilizar en el diseño de casas bioclimáticas y solucionar así a bajo costo, las necesidades que se dan en torno a la vivienda. Se requiere para el uso de la misma, tener la conciencia que es la energía que no causa consecuencias dañinas al medio ambiente y está relacionada con las diferentes zonas de vida. Además, la introducción de la Arquitectura Solar ha de hacerse por pasos para que la gente que la puede utilizar, conozca y vea los beneficios que le dará. Por lo mismo, se vislumbra un gran campo de acción que debe empezar a recorrerse desde ya. /4

4/ Bruce Anderson, Malcolny Wells
Guía Fácil de la Energía Solar Pasiva
Ediciones Gustavo Gili, S.A.
México 1984

Capítulo III

LA VIVIENDA EN GUATEMALA

3.1 LA VIVIENDA EN GUATEMALA

Guatemala, como los demás países latinoamericanos, enfrenta serios problemas económicos históricamente determinados. Dentro de los diferentes problemas que afronta nuestra sociedad, se encuentra el déficit de vivienda que actualmente asciende a la cantidad de 720,000 y se incrementa anualmente en 40,000, a nivel cuantitativo y cualitativo. /5

No se necesita únicamente de paredes y techo, se necesita que la vivienda sea confortable para quienes la habitan y que cuente con los servicios indispensables para que los habitantes tengan no un mínimo, sino una óptima calidad de vida. Se debe tomar en cuenta que se necesitan más viviendas en cantidad pero también en calidad. La Arquitectura Solar brinda la posibilidad de hacerlo y uno de los objetivos de este trabajo es coadyuvar a difundir la utilización de la energía solar en la vivienda actual y futura.

3.2 LOS SERVICIOS QUE DEMANDA LA VIVIENDA

Dentro del consumo de la vivienda, los moradores de la misma para realizar sus actividades cotidianas demandan diversos servicios:

- Iluminación, fuerza eléctrica, drenajes, agua potable, teléfonos, además la infraestructura que relaciona las

/5

Banco Nacional de la Vivienda
Deficit de la vivienda en Guatemala 1986.

diferentes viviendas y en sí la comunidad como lo son carreteras, correos, mercados, iglesias, centros de salud, escuelas, etc.

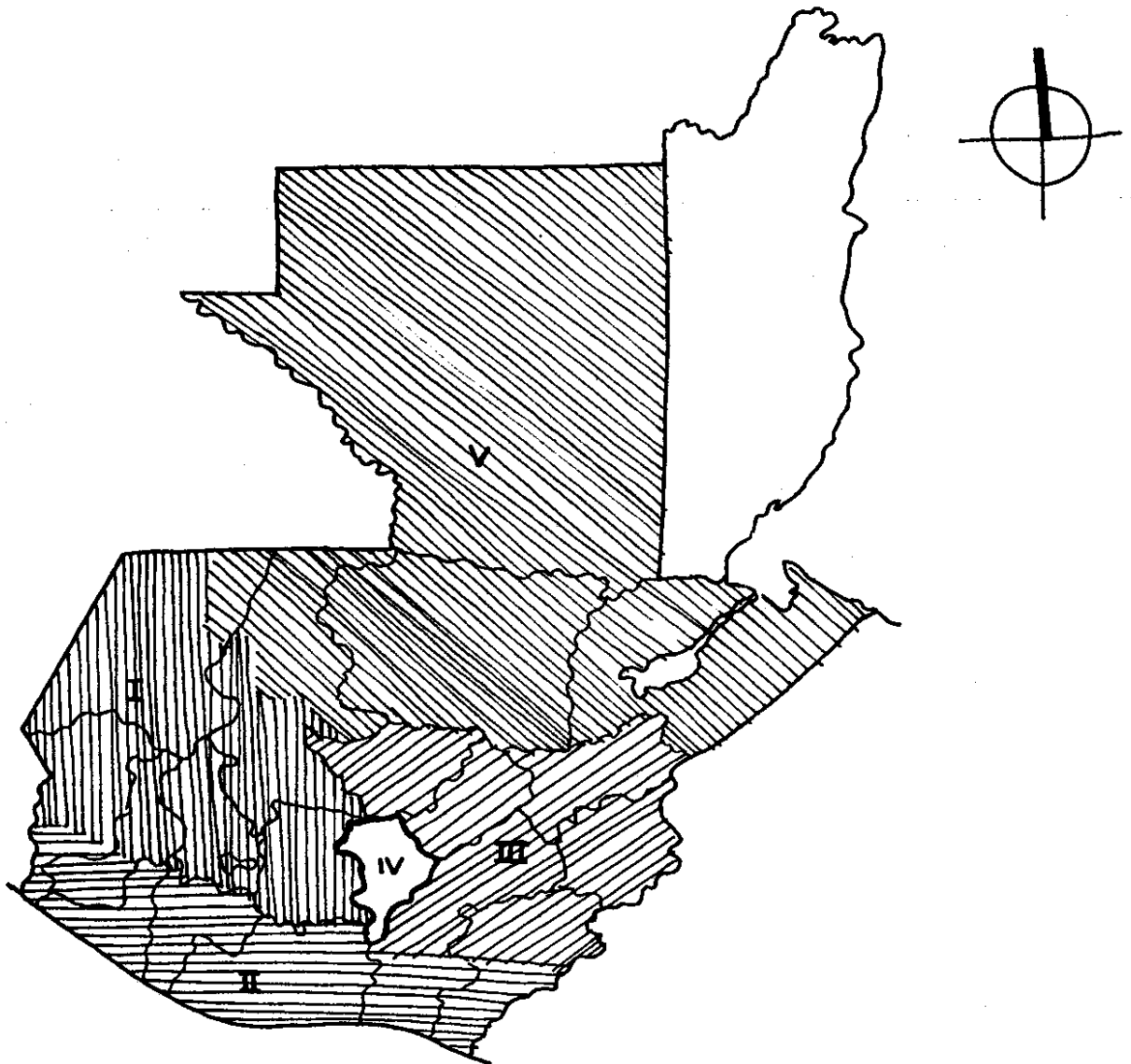
Todos estos servicios y equipamiento son indispensables para que los habitantes de la vivienda y las comunidades se desarrollen en una forma integral.

3.3 LA DEMANDA DE AGUA POTABLE EN LA VIVIENDA DE GUATEMALA

Se debe tomar nota del déficit de vivienda que existe en Guatemala y dentro de la vivienda actual, el déficit de diferentes servicios dentro de ellos el suministro de agua potable. A continuación, para una mejor comprensión, se presenta el mapa de Guatemala con la regionalización adoptada para el consumo energético residencial.

REGIONALIZACION ADOPTADA PARA LA ENCUESTA DE CONSUMO ENERGETICO
RESIDENCIAL

MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA



REGIONES

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| I. ALTIPLANO OCCIDENTAL | II. COSTA SUR |
| III. ORIENTAL Y CENTRAL SECA | IV. DEPTO. DE GUATEMALA |
| V. NORTE BAJO Y PETEN | |

FIGURA No. 10

6/ Secretaría General de Planificación Económica, Ministerio de Energía y Minas.

Las familias de Guatemala buscan la forma de abastecerse del agua, dentro de las cuales se encuentran la forma domiciliar que comprende redes de distribución de agua que llegan a la vivienda de cada familia.

También existe el chorro público, parte de la vida cotidiana de la mayoría de los pueblos y que aún se observan en la ciudad capital, en donde se encuentra sólo un chorro o un gran depósito de agua rodeado de pilas para lavar la ropa, bañarse o llevar agua a la vivienda por medio de tinajas o botes.

Otra forma también es el pozo propio artesanal que se ubica dentro del terreno de la vivienda y sirve a la familia, o bien el pozo comunal artesanal que es hecho con el esfuerzo de la comunidad y sirve a la misma en su totalidad.

El río o la quebrada que queda cerca de la vivienda de los que tienen la suerte de vivir en los contornos de estas fuentes, también es una forma de abastecimiento domiciliar de agua. Por otra parte, el camión cisterna es muy usado para abastecer los barrios populares de la ciudad capital. Además existen otras formas diversas. A continuación se muestran los porcentajes y forma de abastecimiento de agua en las Figuras 11 y 12.

La regionalización utilizada para los cuadros siguientes es la que aparece en el mapa de la república de Guatemala para el consumo energético residencial presentado con anterioridad.

FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

FORMA	REGION I	REGION II	REGION III	REGION IV	REGION V	TOTAL
Domiciliar	59.2	29.9	60.1	79.4	54.6	56.8
Chorro público	10.2	6.7	9.8	8.0	2.5	7.7
Pozo propio	9.4	50.3	0.8	2.75	9.2	14.9
Pozo comunal	7.9	7.1	6.0	4.25	8.4	6.8
Rio o quebrada	6.6	5.3	14.6	2.15	10.9	7.5
Camión cisterna	0.0	0.0	0.0	0.15	0.0	0.1
Otros	6.7	0.5	8.8	2.9	14.3	6.3
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TOTAL	<u>100.0</u> =====	<u>100.0</u> =====	<u>100.0</u> =====	<u>100.0</u> =====	<u>100.0</u> =====	<u>100.0</u> =====

FUENTE: 7

SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACION ECONOMICA, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
PROYECTO DE PLANIFICACION ENERGETICA (GUA-81-002)

Figura No. 11

FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Porcentaje de Hogares - Total Nacional

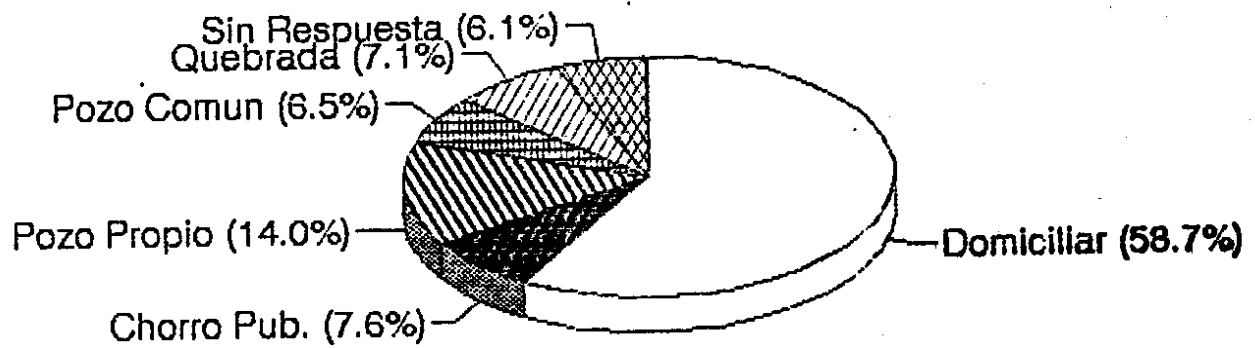


Figura No. 12

Como se puede observar, en las gráficas anteriores muestran la forma de abastecimiento de agua, pero no de de agua potable. Unicamente el 15% de la población del país tiene la posibilidad de acceso al agua potable y el mayor porcentaje se localiza en la ciudad capital.

A continuación la Figura No. 13 muestra los ingresos económicos de las familias que no tienen agua potable. Como se observará el 85% de estas familias tienen un ingreso menor a los Q200.00 mensuales, sumando los ingresos de todos los miembros de las familias y tomando en cuenta que incluye ingresos que no son monetarios y que los hijos se integran al trabajo desde los ocho años. Estas se considerán como familias de escasos recursos que se encuentran ubicadas principalmente en el área rural del país, quienes potencialmente demandan agua potable adaptándose a sus necesidades y con un costo de inversión y mantenimiento accesibles a sus ingresos.

% DE HOGARES POR RANGO DE INGRESOS TOTALES EN QUETZALES - MES

RANGO EN QUETZALES	REGION I	REGION II	REGION III	REGION IV	REGION V	TOTAL
50.00	4.69	3.42	3.56	0.00	2.76	3.29
100.00	26.30	26.55	20.50	1.57	17.66	20.63
150.00	29.84	21.34	20.50	5.88	19.98	22.50
200.00	16.23	17.93	18.35	9.02	12.90	16.45
300.00	15.57	18.72	14.54	30.20	22.61	19.18
400.00	4.71	6.45	7.15	19.22	10.00	8.17
500.00	1.06	3.01	6.50	12.94	6.53	4.48
600.00	0.66	0.97	2.42	6.67	3.19	2.14
1,000.00	0.46	1.29	4.34	12.55	3.49	2.60
1,500.00	0.20	0.32	0.00	1.18	0.88	0.38
2,000.00	0.27	0.00	0.00	0.78	0.00	0.15
3,000.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.02
3,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALES	100.00 =====	100.00 =====	100.00 =====	100.00 =====	100.00 =====	100.00 =====
% REPORTA INGRESOS	94.8	93.6	90.1	61.5	83.3	87.6

FUENTE: B

SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACION ECONOMICA, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
PROYECTO DE PLANIFICACION ENERGETICA (GUA-81-002)

Figura No. 13

3.4 COMO SATISFACER LA DEMANDA DE AGUA POTABLE EN LA VIVIENDA

Como primer paso para estudiar como satisfacer la demanda de agua potable se debe considerar en qué estado general de contaminación se encuentran las fuentes de agua como lo son los ríos, lagos, quebradas y acuíferos.

El recurso agua, como todos los recursos naturales, han sido sometidos a una degradación debido al avance de la civilización, sin tomar medidas de mitigación al impacto que causan al ambiente. Así como en Guatemala, esto sucede en Centroamérica y en todo el globo terráqueo, afectando al medio ambiente diferentes tipos de contaminación, éstos son:

/9

- CONTAMINACION POR DESCARGAS URBANAS

Esta contaminación crece en proporción directa al crecimiento de la ciudad y dicha contaminación varía de acuerdo al ciclo hidrológico del río, quebrada o lago y a la descarga que reciba, llevando consigo a perder la potabilidad del agua e incluso a destruir la flora y la fauna. En este caso se debe insistir en instalar plantas de tratamiento para las descargas urbanas.

- CONTAMINACION POR DESCARGAS INDUSTRIALES:

Este tipo de contaminación es como el anterior, con el

/9 Simposio Internacional sobre la Protección del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Instituto Italo-Latino Americano.

agravante que depende del tipo de descarga que no permite la acción regenerativa de la corriente de agua.

CONTAMINACION QUIMICA

Contaminación por insecticidas, pesticidas y fertilizantes. Es causada por una gran cantidad de sustancias tóxicas y de acción residual, que caen a los pozos y son acarreados por el aire y las lluvias a ríos y lagos.

Los tipos de contaminación antes citados los podemos encontrar en una forma alarmante en el antiguo río Las Vacas, la eutricación del lago de Amatitlán dentro del entorno más cercano de la ciudad capital, así como los ejemplos anteriores, encontramos en el interior del país diferentes tipos de contaminación.

De lo anterior se deduce que el agua que se puede obtener en su forma natural podría estar contaminada y necesitaría un proceso de purificación para el consumo humano.

Obsérvese que se encuentra una gran problemática, ya que Guatemala es un país subdesarrollado, debido a lo cual el Estado se ve imposibilitado para atender adecuadamente las necesidades de la población ^{10/}. Sin embargo en el campo de la Arquitectura

^{10/} Revista Icaiti
Año 1, No. 1, Enero-Marzo de 1985

se debe buscar paliativos a estos problemas como lo es el suministro de agua potable.

"Se ha estimado que en Centroamérica para finales de la década del 80, hay no menos de 9 millones de personas sin servicio de agua potable". Por lo agudo de esta situación se ha declarado la década de 1980 como "El Decenio del Agua" a nivel internacional.

/ 11

Se deben de buscar soluciones pragmáticas, que den óptimos beneficios y sean fáciles de hacer. Una de las características de las viviendas en el área rural es la dispersión de las mismas y si se deseara resolver el suministro de agua potable con plantas de tratamiento y redes de agua potable, las inversiones serían prohibitivas.

Una solución práctica sería dotar a cada vivienda con un filtro de agua, que produjera la cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la familia. La cantidad de agua a producir está de 2 a 4 litros de agua potable diarios /11, esto dependiendo si la región es cálida, templada o fría.

/11 Revista Icaiti
Año 1, No. 1, Enero-Marzo de 1985

Capitulo IV

PURIFICADORES DE AGUA

4.1 PURIFICADORES DE AGUA

A continuación se muestran datos acerca de la tecnología existente para purificar el agua, así como los requerimientos y/o posibles costos para obtener agua potable.

4.1 Tenemos las plantas de tratamiento de agua de la capital.

- 4.1.1 Sistema de planta La Brigada, localizada en la zona 7 (Monteserrat)
- 4.1.2 Sistema de planta Lo de Coy, cerca de Mixco (Lo de Coy)
- 4.1.3 Sistema de planta Ojo de Agua, San Miguel Petapa
- 4.1.4 Sistema planta El Cambray, Santa Catarina Pinula
- 4.1.5 Sistema planta Santa Luisa, zona 6 ciudad capital
- 4.1.6 Sistema planta del Atlántico, Colonia Atlántida, zona 18

El costo de la obtención de una paja de agua es de Q2,300.00 y el pago mensual es de Q40.00 por 30,000 litros de consumo de agua como máximo como se puede apreciar es únicamente para una parte de la ciudad de Guatemala. El costo promedio de una planta de tratamiento asciende a 60 millones de quetzales. (precios de agosto de 1990)

4.2 FILTROS DOMICILIARES, INDUSTRIALES

4.2.1 FILTRO VERTREFLET

Este filtro es fabricado en Alemania y funciona con una presión mínima de 15 PSI a una máxima de

75. El rendimiento es de 3.75 litros un (galón) por hora. El costo inicial es de Q413.02 y el costo por mantenimiento es de Q155.68 anuales. Para cambiar las candelas purificadoras.

4.2.2 FILTRO POR GRAVEDAD VERTREFLET

Es un filtro de fabricación alemana. Como su nombre lo indica, funciona con una presión debida a la gravedad, colocando el agua a filtrar un metro más alto del filtro. Su rendimiento es de un galón diario o sea 3.75 litros. Su costo inicial es de Q255.62 y su costo de mantenimiento anual de Q155.00, por el cambio de dos candelas.

4.2.3 FILTRO ULTRASIL MODELO 123

Es de fabricación guatemalteca utilizando materiales importados. Su rendimiento es de 10 litros por hora, su costo inicial de Q453.68 y su costo de mantenimiento anual de Q128.00 anuales por cambio de candelas.

4.3 FILTRO ARTESANAL:

El ICAITI ha desarrollado y ha difundido un filtro artesanal. El rendimiento del filtro es de 3 a 4 litros diarios, su inversión es de Q100.00 aproximadamente y su costo de mantenimiento anual es de Q5.00, debido a un baño de plata coloidal

que necesita el filtro para un buen funcionamiento.

4.4 PURIFICADOR SOLAR:

Un purificador solar ha sido construido en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos en el Curso de Control Ambiental II. Actualmente tiene un rendimiento de 0.50 a 0.75 litros diarios por metro cuadrado. El costo de inversión actual varía entre Q200.00 y Q300.00 y su costo de mantenimiento es de Q60.00 anuales, para proteger la lámina de la corrosión.

CUADRO SINTESIS DE PURIFICADORES

TIPO	COSTO INICIAL	COSTO DE OPERACION	RENDIMIENTO	USUARIOS
Plantas de tratamiento	Q2,300	Q40.00 mensual	paja/mes	Ciudades
Filtro Vertreflet	Q413.02	Q155.68 anual	3.75 lts/h.	Familia Urbana
Filtro Vertrefelt por gravedad	Q255.62	Q155.00 anual	3.75 lts/día	Familia Rural
Filtro Ultrasil Modelo 123	Q453.68	Q128.00 anual	10 lts./hora	Familia Urbana
Filtro Artesanal	Q100.00	Q 5.00 anual	3.75 lts/día	Familia Rural
Purificador Solar actual	Q300.00	Q 60.00 anual	0.75 lts/día	Familia Rural

4.5 PRINCIPIOS BASICOS PARA UTILIZAR LA ENERGIA SOLAR

"Es comprensible que a raíz de la escasez y el encarecimiento de los tradicionales medios energéticos las expectativas se dirijan hacia una Energía Ambiental Ilimitada es decir, hacia la utilización de la energía solar" /12

El aprovechamiento de la energía solar ha tenido básicamente dos formas: La activa y la pasiva (bioclimática).

Utilización Activa: en esta forma se aprovecha la radiación solar y también el calor contenido en el aire, en el suelo y en el agua, ya que éste procede directa e indirectamente de la radiación solar.

En la utilización solar activa se explota la radiación solar por medio de colectores solares, el calor del aire, del suelo y agua a través de bombas de calor. (Figura 14)

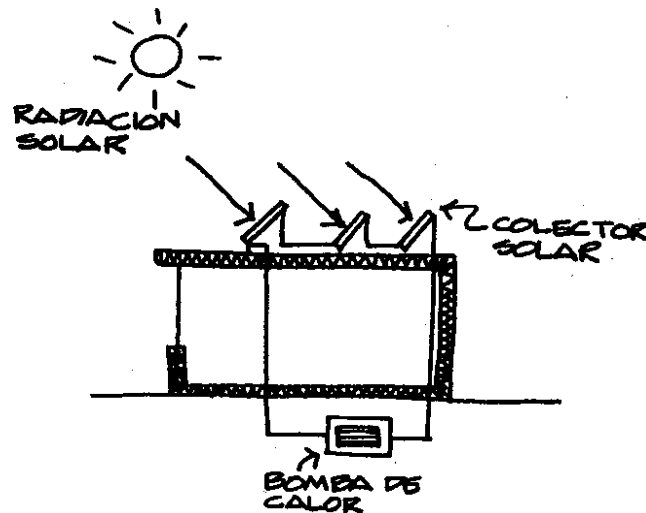


FIGURA 14 UTILIZACION ACTIVA

/12 David Wright. Natural Solar Architecture P 125-6

Utilización Pasiva: En este medio la energía solar se aprovecha en la transformación de potenciales energéticos existente, procedentes de fuentes naturales de energía, para el calentamiento de edificios. Por ejemplo: Renunciando casi por completo a la tecnología, es decir, se aprovecha la energía solar plenamente con medidas proyectuales (Figura 15)

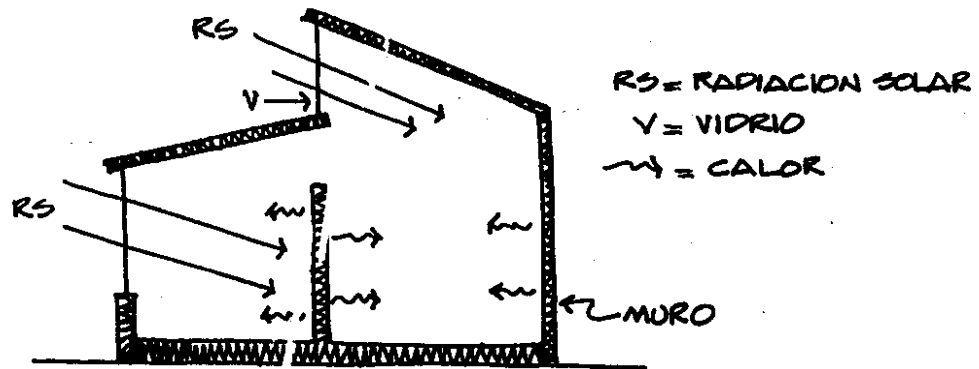


FIGURA 15 UTILIZACION PASIVA

De estas dos formas se ha derivado la forma híbrida o combinada, que surge al combinar los sistemas activos y pasivos. En estos sistemas los elementos pasivos son asistidos por instalaciones técnicas activas adicionales, tales como ventiladores, intercambiadores de calor y similares (Figura 16).

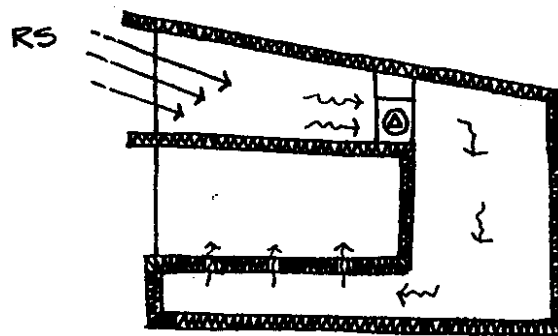


FIGURA 16 UTILIZACION COMBINADA

4.5.1 TRANSMISION CALORIFICA

Existen tres modos de transmisión calorífica.

Cuando un cuerpo se calienta por los rayos solares tiende a compensar calor con su entorno. El calor siempre fluye de un punto más caluroso a otro más frío, hasta que la diferencia desaparece. En este contexto hay que distinguir tres formas fundamentales de transmisión (intercambio) que son de importancia para la utilización pasiva de la energía solar.

A) CONDUCCION

Cuando una materia absorbe radiación solar, ésta es transformada en energía calorífica que se distribuye dentro del cuerpo por medio de la conducción de calor. La conducción del calor es un proceso físico en que el calor es transmitido dentro de una materia por medio de interacción molecular directa. El calor en este proceso siempre fluye de lo más caliente hacia lo más frío, del nivel energético más alto al más bajo.

Debido a que las moléculas superficiales de un cuerpo se calientan por medio de la radiación solar entregan su energía a moléculas vecinas más frías que a su vez siguen distribuyendo el calor, de modo que el cuerpo lentamente adopta una temperatura igual. (Figura 17)

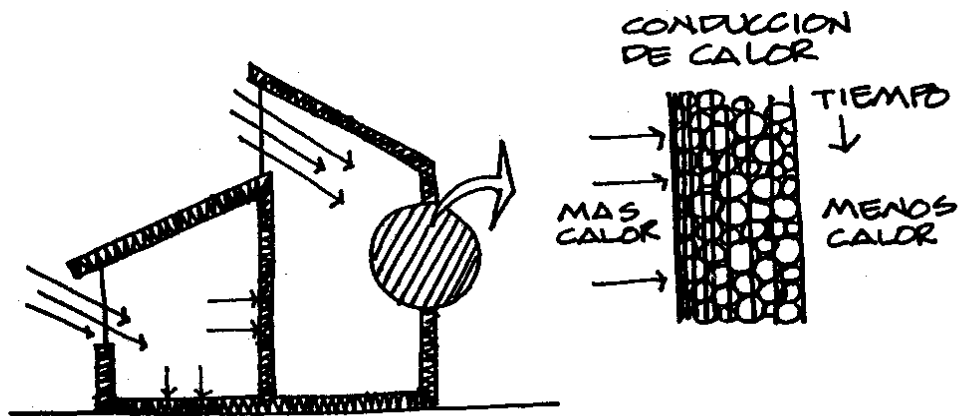


FIGURA 17 CONDUCCION DEL CALOR

B) CONVECCION:

La convección está definida como la transmisión de calor entre la superficie de un cuerpo y una molécula en movimiento o como la transmisión de calor por medio del movimiento molecular de un lugar a otro en el interior de un líquido, de un gas o una mezcla gaseosa. En el proceso físico, el calor se desplaza de nivel energético mayor al menor, mientras mayor es la diferencia de temperatura más calor se transmite. Puesto que el aire caliente se expande a raíz del calentamiento, la masa de aire se hace más ligera y asciende y al acudir aire frío se produce un movimiento natural del aire.

El proceso de convección también funciona en forma inversa: Si un medio caliente entra en contacto con

una superficie fría, las moléculas más calientes entregan su parte de calor (energía) a la superficie fría, y se hacen más pesadas (las moléculas) y descienden. En este intercambio puede producirse condensación, pues el agua suspendida en el aire se deposita sobre la superficie fría si la temperatura de ésta queda por debajo del punto de rocío del aire. (Figura 18)

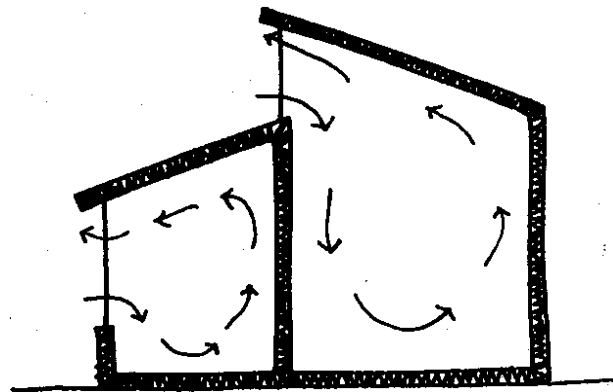


FIGURA 18 CONVECCION

C) RADIACION DEL CALOR:

La radiación es la transmisión de calor más interesante en términos físicos. Todos los cuerpos irradian permanentemente energía (calor) en todas direcciones, a raíz de las vibraciones que efectúan sus moléculas superficiales. A diferencia de la radiación solar de onda corta, que se irradia a temperaturas muy altas, la

radiación térmica o calor consta de radiación infrarroja de amplitud larga y tiene un nivel energético mucho más bajo. La cantidad de energía de radiación de un cuerpo depende fundamentalmente de su temperatura de superficie, la cual determina la amplitud de onda de la radiación. (Figura 19)

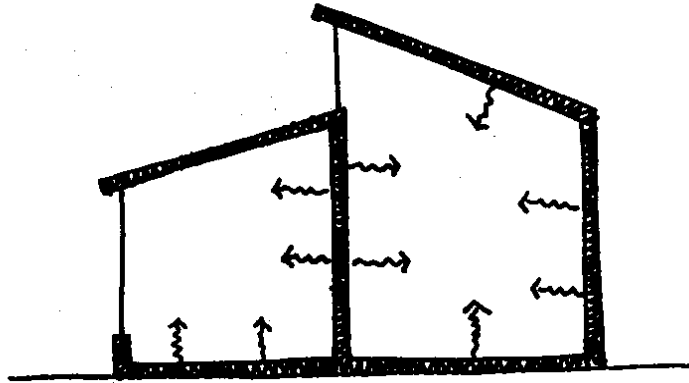


FIGURA 19 RADIACION DEL CALOR

4.6 USOS DE LA ENERGIA SOLAR

La energía solar se puede utilizar en diferentes áreas de la vivienda:

- Para la climatización interior de la vivienda utilizando materiales adecuados conforme los criterios de diseño del lugar permitiendo así el confort de los usuarios.
- Para lograr refrigeración durante la noche y así mantener hielo durante el día. Esto principalmente se puede lograr en climas cálidos, en recipientes puestos sobre el nivel del suelo .

- Como calentador de agua por medio de un colector solar y tubería dispuesta en serpentina, el agua es llevada por medio de la termocirculación a un depósito bien aislado que permite mantenerla caliente.
- Como deshidratador solar, el cual consiste en un sistema de invernadero con ventilaciones controladas, logrando la deshidratación de frutas y granos básicos.
- El purificador solar de agua que permite la obtención de agua potable a partir de fuentes contaminadas como podrían ser pozos, ríos, lagos, agua de mar e incluso aguas servidas.

4.7 ELEMENTOS DEL PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

El principio básico del funcionamiento del purificador solar doméstico, radica en la evaporación del agua hacia una superficie inclinada 10 grados como mínimo respecto a la línea horizontal y que al condensarse es recolectada mediante una media caña y almacenada en un depósito intercambiable.

El proceso de purificación solar está determinado por seis elementos diferentes. Cada uno de ellos desempeña una función separada, pero todos actúan conjunta y armonizadamente en el sistema pasivo, funcionando así:

a) EL COLECTOR:

El colector es un elemento a base de grandes superficies de vidrio o de plástico, a través de las cuales penetra la luz solar.

La inclinación mínima recomendada del colector es de diez grados sexagesimales respecto de la horizontal, para que el agua corra libremente hacia el canal recolector y que no caiga en el agua contaminada, así como que permita la radiación solar perpendicular al colector.

En cuanto a la orientación del colector, para el caso de Guatemala de acuerdo a la carta solar, se recomienda la orientación sur del 21 de septiembre al 21 de marzo y la orientación norte del 30 de marzo al 1 de septiembre. De esta forma, el colector recibe la mayor cantidad de radiación solar perpendicular a sí mismo.

En lo atinente a cuidados y precauciones en la instalación del colector se debe evitar la sombra de los árboles y edificaciones, así como garantizar en su construcción que el agua purificada llegue al depósito sin contaminación.

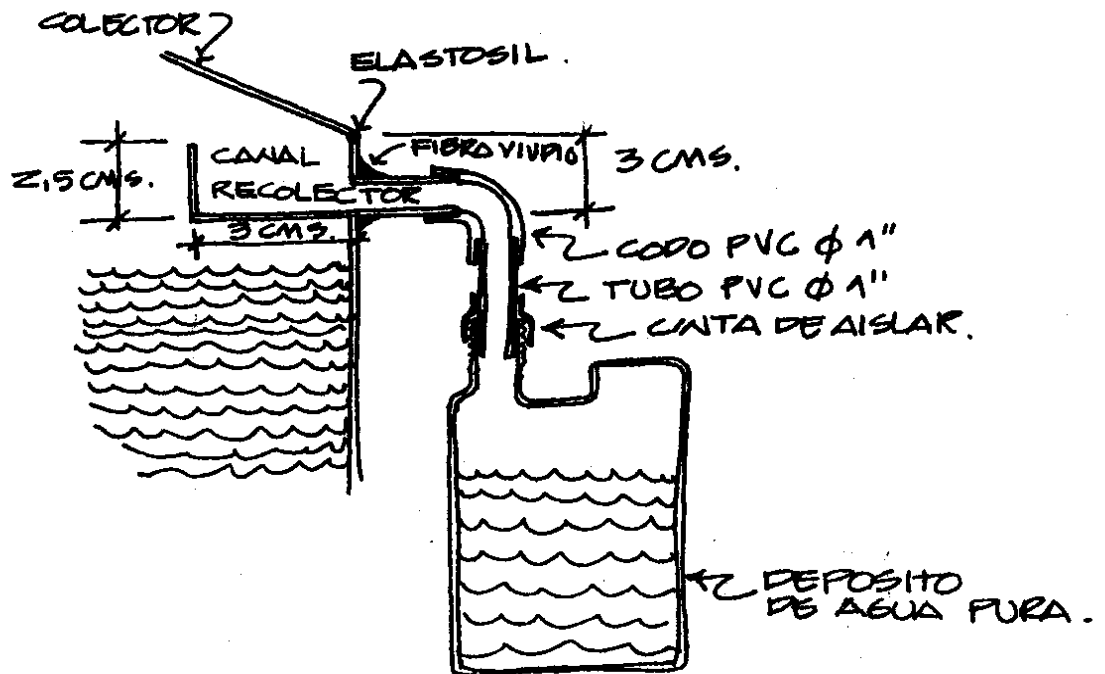
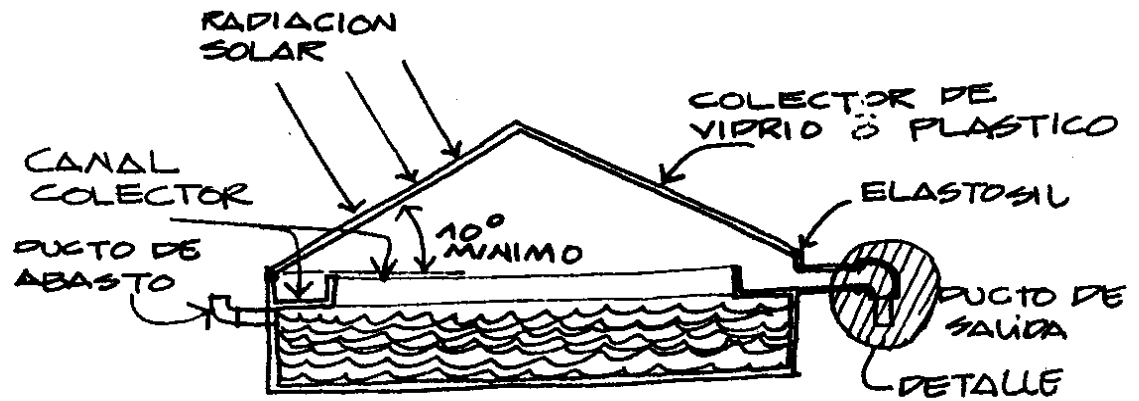


FIGURA 20 COLECTOR SOLAR Y DETALLES

b) ABSORBEDOR:

El absorbedor es la superficie de agua sobre la cual cae directamente la radiación solar y ésta es transformada en calor. (Figura 21)

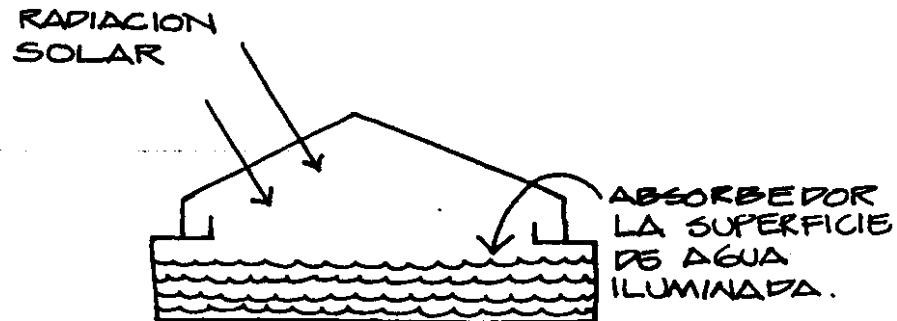


FIGURA 21 ABSORBEDOR

c) ACUMULADOR:

Como acumulador actúan los materiales que por su alto peso específico, absorben el calor que se produce sobre el absorbedor a causa de la radiación solar. La diferencia entre un absorbedor y un acumulador que a menudo son un mismo elemento constructivo consiste en que el absorbedor es la superficie iluminada y el acumulador es la masa que se calienta por el proceso de convección de calor. (Figura 22)

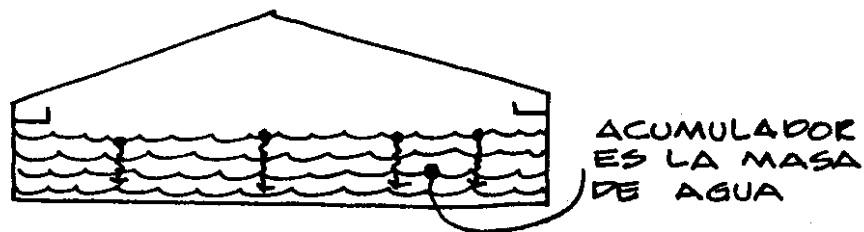


FIGURA 22 ACUMULADOR

d) AISLADOR:

Estos elementos son materiales con una alta resistencia al paso del calor. Sirven para aislar el calor interno y conservarlo (Figura 23).

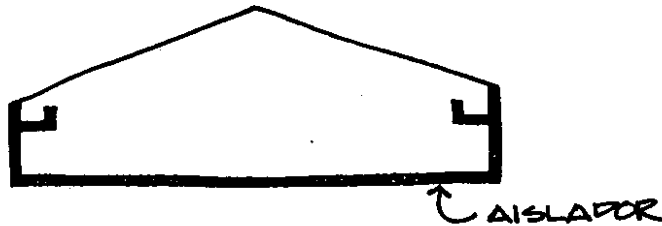
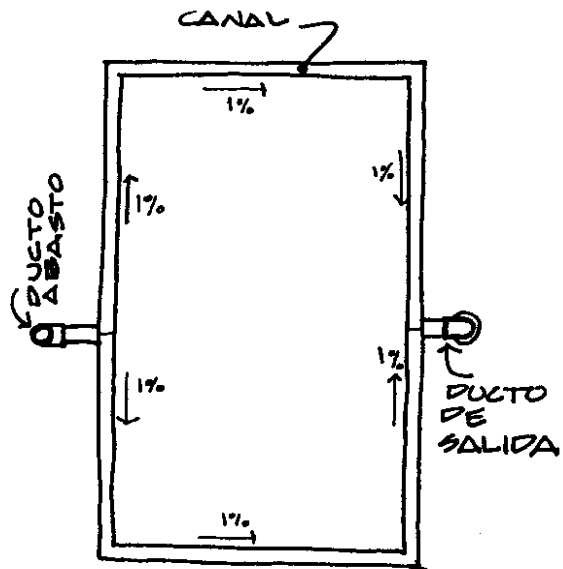


FIGURA 23 AISLADOR

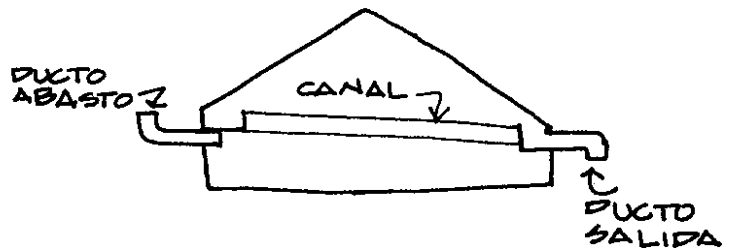
e) CANAL RECOLECTOR, DUCTO DE ABASTECIMIENTO Y DEPOSITO DE AGUA PURA

El canal es un elemento en el interior del purificador que recolecta el agua destilada y la conduce hacia el depósito localizado en el lado exterior del purificador.

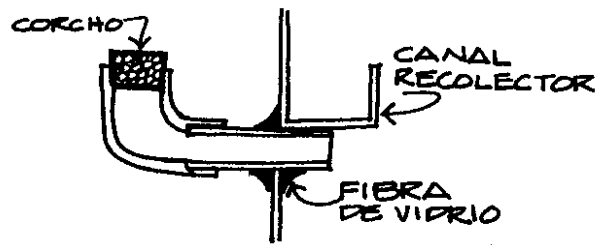
El ducto de abastecimiento de agua es un conducto (tubo PVC o similar) para cargar el purificador solar de agua contaminada. (Figura 24).



PLANTA



SECCION



DETALLE DUCTO DE ABASTO

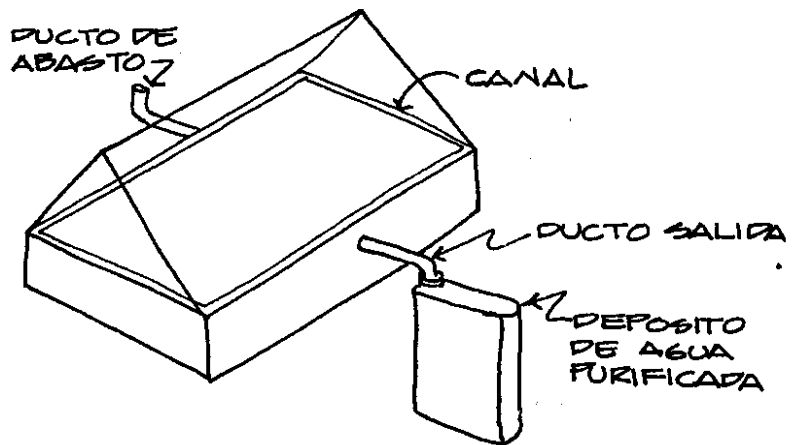


FIGURA 24 DUCTO DE ABASTECIMIENTO, CANAL, DEPOSITO Y DETALLES

4.8 PROCESO DE DESTILACION SOLAR:

El principio de la destilación solar es como sigue:

- a) La radiación solar penetra dentro del purificador y se convierte en calor.
- b) El calor se transmite dentro de absorbedor por medio de la convección térmica.
- c) El acumulador saturado de calor empieza a dar el fenómeno de radiación de calor por medio de la evaporación del agua.
- d) Al evaporarse el agua se produce de nuevo el fenómeno de convección a la inversa y así el aire deposita sobre el colector (vidrio) el agua que contiene y está al quedar por debajo del punto de rocío del aire se convierte en condensación (agua destilada en gotas).
- e) El condensado se desliza sobre el colector, es recolectado por la canal y se almacena en el depósito de agua purificada.

En este proceso la energía operativa es puramente solar.

4.9 MODELOS EXISTENTES:

En el norte de Chile desde hace un siglo, se producen 23,000 litros de agua al día con 4,000 metros cuadrados de alambique, utilizando madera con juntas asfálticas. En esta región de gran soleamiento se destila el agua a partir de pozos de agua salobre. En varios países como la URSS,

España, RAU, India, Francia, Italia y USA, se realizan investigaciones y se construyen alambiques similares al de Chile, para la obtención de agua potable a partir de agua salada o contaminada. /13 .

En nuestro país, la Facultad de Arquitectura de la USAC ha construido diferentes modelos, de los cuales se analizan los siguientes:

- a. El primero de ellos con base metálica, utilizando un tonel cortado a la mitad en el sentido longitudinal, con canal y colector de vidrio, con una superficie de 0.96 m², apoyado sobre el medio tonel a dos aguas (Figura 25)
 - a.1 El volumen de aire a calentar es de 0.071 metros cúbicos.
 - a.2 El colector de vidrio tiene un área de 0.96 metros cuadrados, con vidrios laterales con área de 0.16 metros cuadrados.
 - a.3 El volumen de agua a calentar es de 0.11 metros cúbicos equivalente a 112 litros.
 - a.4 La estructura del acumulador del colector es medio tonel de metal, necesitando pintura anticorrosiva y esmalte negro, tanto al construir el purificador como por mantenimiento cada seis meses.
 - a.5 La estructura de la base del purificador solar es

de metal, necesitando pintura anticorrosiva y esmalte negro al construirse y por mantenimiento.

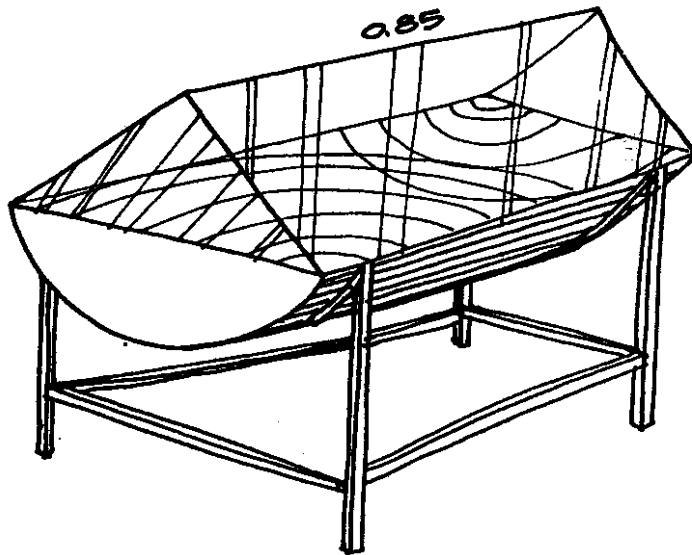
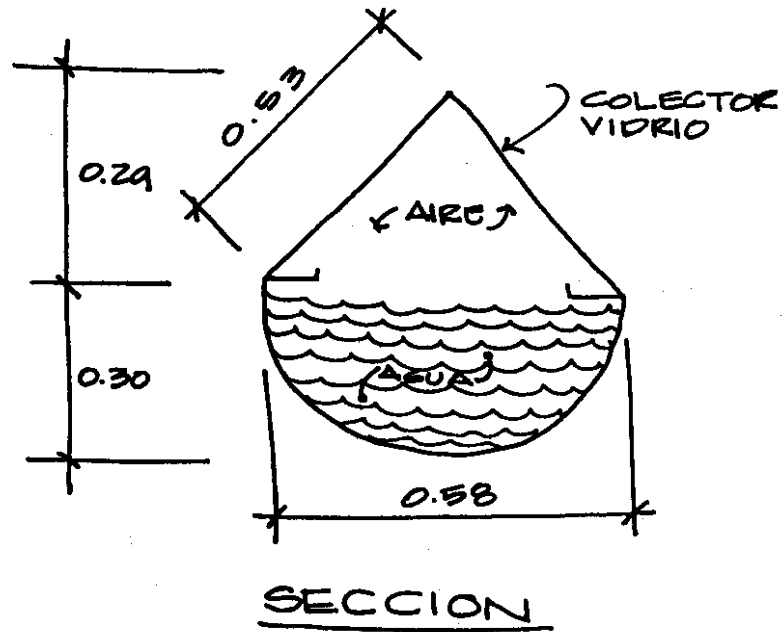


Figura 25

- b. El otro modelo es con base metálica cuadrada, colector de vidrio a dos aguas con una superficie de 1.48 m². (Figura 26)
- b.1 El colector es de vidrio con una superficie de 1.48 metros cuadrados.
- b.2 El volumen de aire a calentar es de 0.20 metros cúbicos.
- b.3 El volumen de agua a calentar es de 0.10 metros cúbicos, equivalente a 100 litros.
- b.4 La estructura de soporte del colector es de metal, con pintura anticorrosiva y esmalte negro, aplicados al construirse y por mantenimiento.
- b.5 La base es de lámina negra, con pintura anticorrosiva y esmalte negro, aplicados al construirse y por mantenimiento.

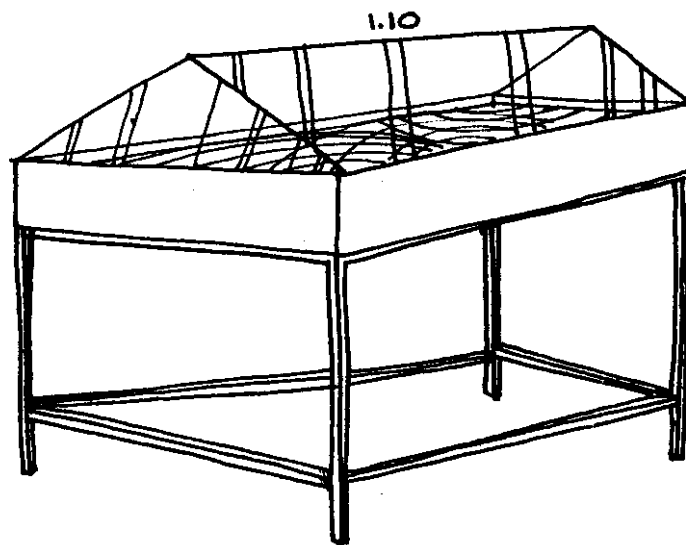
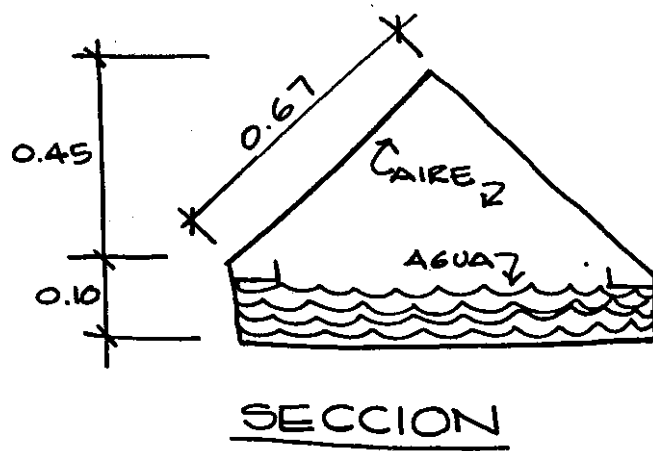


Figura 26

4.10 ANALISIS DE LOS MODELOS ACTUALES

De los modelos construidos el modelo a) no ha tenido rendimientos registrados, mientras que el modelo b) tuvo un rendimiento que oscilaba entre 3 y 4 vasos de agua pura diaria, según pruebas hechas en abril de 1987. /14

El costo actual de los modelos a) y b) oscila entre los Q200.00 y Q300.00. En su construcción se requieren mano de obra calificada y equipo de herrería, el costo de operación oscila entre los Q20.00 a Q40.00 anuales para la protección del metal evitando así su oxidación, debido a que siempre estará a la intemperie y con agua en su interior.

En cuanto al diseño, por su forma tienen demasiado volumen de aire y agua a calentar, los cuales se pueden reducir aumentando el rendimiento del mismo por metro cuadrado al día del purificador solar. Figura 27.

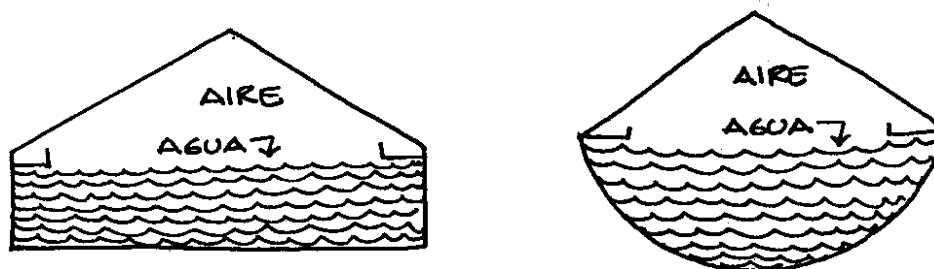


Figura 27

/14 Grupo III Destilador de agua potable
Curso Control Ambiental II
Facultad Arquitectura USAC
1987

superficie del colector -que es la dirección ideal- reduciendo así su eficiencia (Figura 28). Al tener la inclinación recomendada, el colector, para el caso de Guatemala, recibirla la mayor cantidad de radiación solar en la estación de invierno y en la estación de verano ésta se compensaría por la cantidad de horas sol al día (Figura 29).

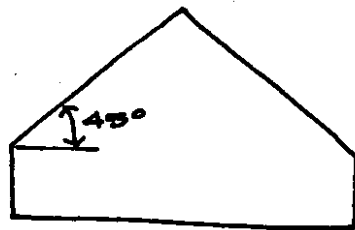


Figura 28

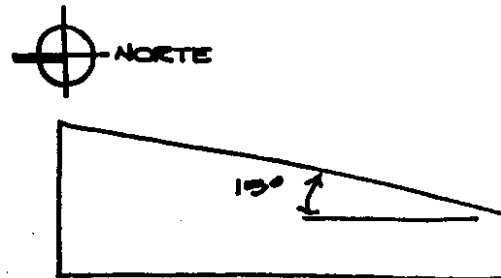


Figura 29

La forma y el costo de estos modelos (28 y 29) no permiten integrarlos a la vivienda tanto en su función espacial como en su ensamble constructivo.

4.11 PURIFICADOR SOLAR PROPUESTO

Esta propuesta pretende aumentar el rendimiento diario del purificador solar, bajar el costo inicial, el costo de mantenimiento e integrarlo a la vivienda en su aspecto

espacial y constructivo, teniendo como base para escoger los materiales, los siguientes requerimientos.

A. COLECTOR

El colector debe de permitir el paso de la radiación solar lo más cerca del 100%. Los materiales que pueden cumplir con este requerimiento son los siguientes:

- 1- VIDRIO: es permanente, con un factor solar 0.88, de larga duración , fácil mantenimiento, pero propenso a romperse. Generalmente constituye una buena opción y su costo es de Q1.80 el pie cuadrado (Figura 30)
- 2- MEMBRANA DE PLASTICO: es resistente a la ruptura, factor solar de 0.72. Su duración es corta ya que se daña con el tiempo opacándose y rayándose, reduciendo así su factor solar, (Figura 31).
- 3- FIBRA DE VIDRIO: es permanente, se expande, es flexible y económico, con un factor solar que varia de 0.30 a 0.10 (según el grueso). Es aislante del calor según el grueso del material.

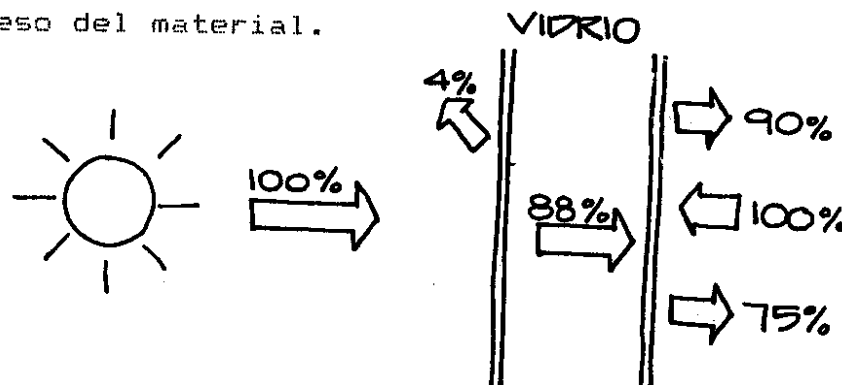


FIGURA 30 2 HOJAS DE VIDRIO

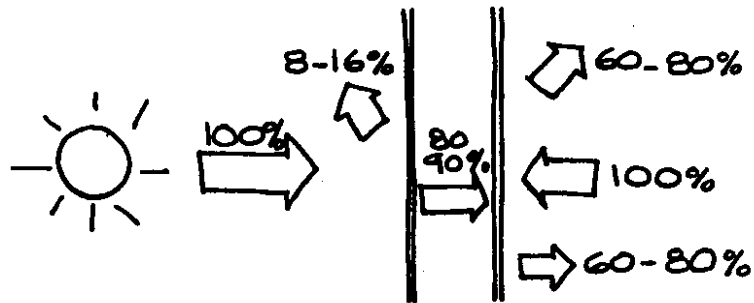


FIGURA 31 2 HOJAS DE PLASTICO

B. AISLANTE:

Dentro de estos materiales por su aislamiento térmico se encuentra la fibra de vidrio con un factor solar de 0.30. La lámina negra con un factor solar de 0.80 a 0.90 es poco aislante.

C. MATERIALES SELECCIONADOS:

Para la experimentación se tomaron en cuenta los materiales recomendados en los documentos bibliográficos. De acuerdo a éstos y a las pruebas realizadas en el campo, se fueron descartando los diferentes materiales como se muestra en el Capítulo VI, referente a la experimentación. Los materiales seleccionados son los siguientes: para el colector solar, el vidrio por sus características para este fin.

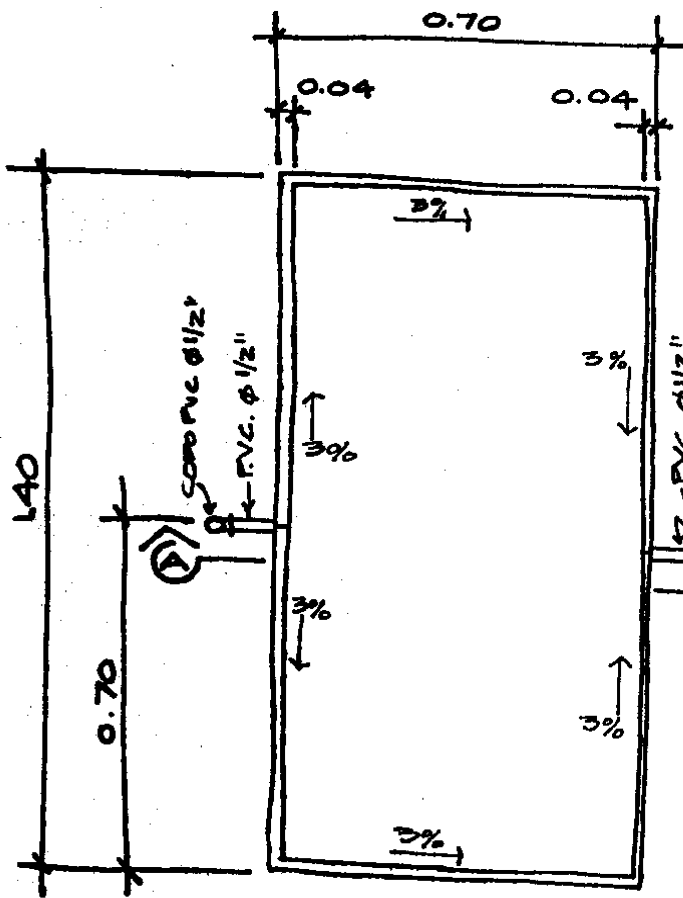
Para el aislador del acumulador, la fibra de vidrio, para conservar la mayor cantidad de calor en el mismo.

D. DISEÑO DEL PURIFICADOR SOLAR:

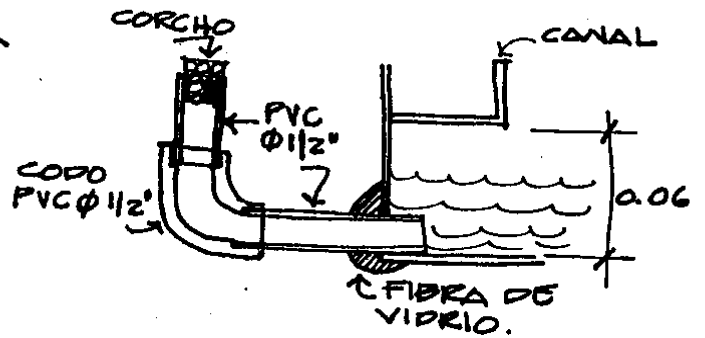
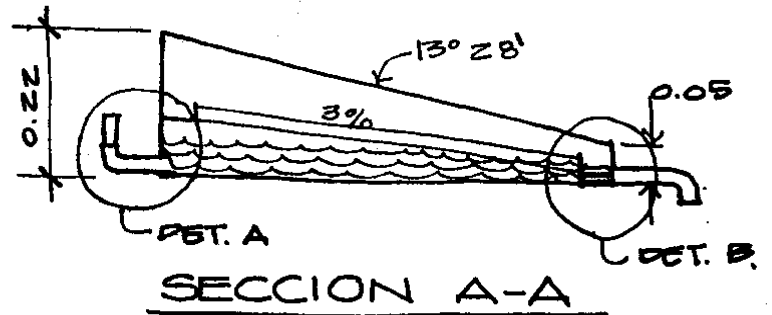
Analizando los diseños existentes, se plantea un diseño para optimizar el purificador solar, que reúna las siguientes características:

- a) La mayor área de colector posible
- b) El menor volumen de aire a calentar entre el colector y el acumulador
- c) La cantidad de agua a destilar sea de 2 a 4 litros diarios
- d) Utilizar los materiales determinados para el colector y aislante, vidrio y fibra de vidrio respectivamente.
- e) El volumen de agua a calentar sea el mínimo posible.

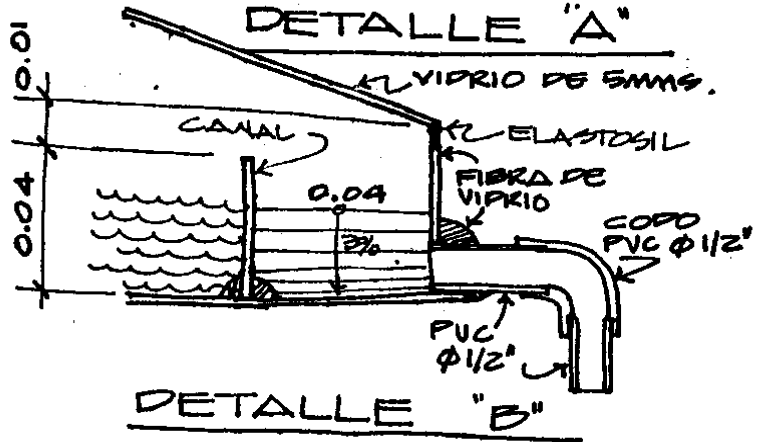
Con base en las características anteriores se propone el prototipo rectangular que muestra la figura No. 32



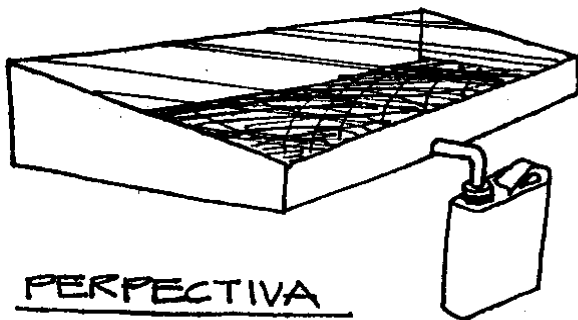
PLANTA



DETALLE "A"



DETALLE "B"



PERPECTIVA

FIGURA 32 PROTOTIPO RECTANGULAR

**DISTRIBUCION DE LA ENERGIA SOLAR EN UN PURIFICADOR
CON COLECTOR DE VIDRIO**

	DICIEMBRE	MAYO
Reflexión	11.8%	11.8
Absorción en el vidrio	4.1%	4.4%
Pérdidas por irradiación del agua caliente	36.0%	8.4%
Circulación interna del aire	13.6%	8.4%
Pérdidas laterales y por el terreno	2.1%	3.5%
Reevaporación, sombreamiento, etc.	7.9%	14.5%
Destilación del agua	24.5%	40.5%

FUNCIONAMIENTO

	DICIEMBRE	MAYO
Radiación solar media cal. m ² día	204	625
Temperatura media del colector	22 C	37 C
Temperatura media agua salada	28 C	44 C
Producción media otros m ² día -1	0.86	4.27

1 M -2 Día -1 y calor vaporación

* 100

Radiación solar K cal M-2 Día -1

Fuente:

Brace Research Institute *o.p.ct.*

Macdonald College of Mc Gill University

4.13 LUGARES PROPUESTOS PARA LA EXPERIMENTACION:

De acuerdo a la demanda de agua potable en Guatemala (presentada en el Capítulo III), se ha regionalizado el país, para la dotación de agua potable de las familias que viven en dichas regiones, de acuerdo con sus ingresos económicos.

Para seleccionar los lugares para la experimentación, se requería obtener los rendimientos en cada una de las regiones descritas, tanto por las variantes climáticas, como por el manejo del purificador solar. Las limitantes de experimentar en cada región fueron económicas, por el transporte y el desconocimiento de las personas de la región que se encargarían de usarlo. Al coordinar estos aspectos, se hicieron los contactos con las cinco regiones y los lugares seleccionados fueron:

No.	Lugar	Promedio anual de Radiación Solar
1	Ciudad de Guatemala	5.96 KW/día
2	Zacapa	5.88 KW/día
3	Panajachel Sololá	6.12 KW/día
4	Escuintla	5.22 KW/día
5	Huehuetenango	6.73 KW/día

Como se observa, la radiación solar en los lugares a experimentar se encuentra entre los 5.22 KW/día y los 6.75 KW/día promedio.

Por lo que se considera que todos los lugares tienen una buena disponibilidad de radiación solar.

En el Anexo número 1, se muestran las tablas que sirvieron para calcular la radiación solar, así como el mapa de radiación solar de la república de Guatemala, utilizando el modelo Amstrong.

Capitulo V

EXPERIMENTACION DEL PROTOTIPO

5. EXPERIMENTACION DEL PROTOTIPO DEL PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

5.1 La etapa de experimentación requirió el estudio y análisis de los principios del purificador solar mencionados en el Capítulo 4, la investigación bibliográfica y del mercado local de los posibles materiales a utilizar.

El diseño del purificador debía de cumplir con ciertos requisitos generales como lo son:

- a) Que el rendimiento de agua purificada estuviera en el margen de 2 a 4 litros diarios, para satisfacer la demanda en la vivienda rural de escasos recursos económicos.
- b) Que el costo de su fabricación estuviera al alcance de las familias rurales. Se consideró el margen de escaso recursos con un ingreso menor o igual a Q 200.00.
- c) Que la forma y construcción del purificador se integrara a la vivienda del área rural.
- d) Que los elementos que componen el purificador se encontraran con facilidad en el mercado local y pudieran ser sustituidos por materiales de las diferentes regiones del país.
- e) Que el sistema constructivo a emplear fuera sencillo y lo pudieran realizar los mismos consumidores con la orientación de un promotor.

- f) Para poderlo trasladar a las diferentes regiones se requería poco peso y fácil manejo de transporte e instalación.
- g) Que las instrucciones para su uso fueran sencillas y de fácil aplicación, así como la anotación de los resultados y control de rendimiento, temperatura máxima y mínima del día.
- h) Que el costo de mantenimiento fuera el mínimo posible.

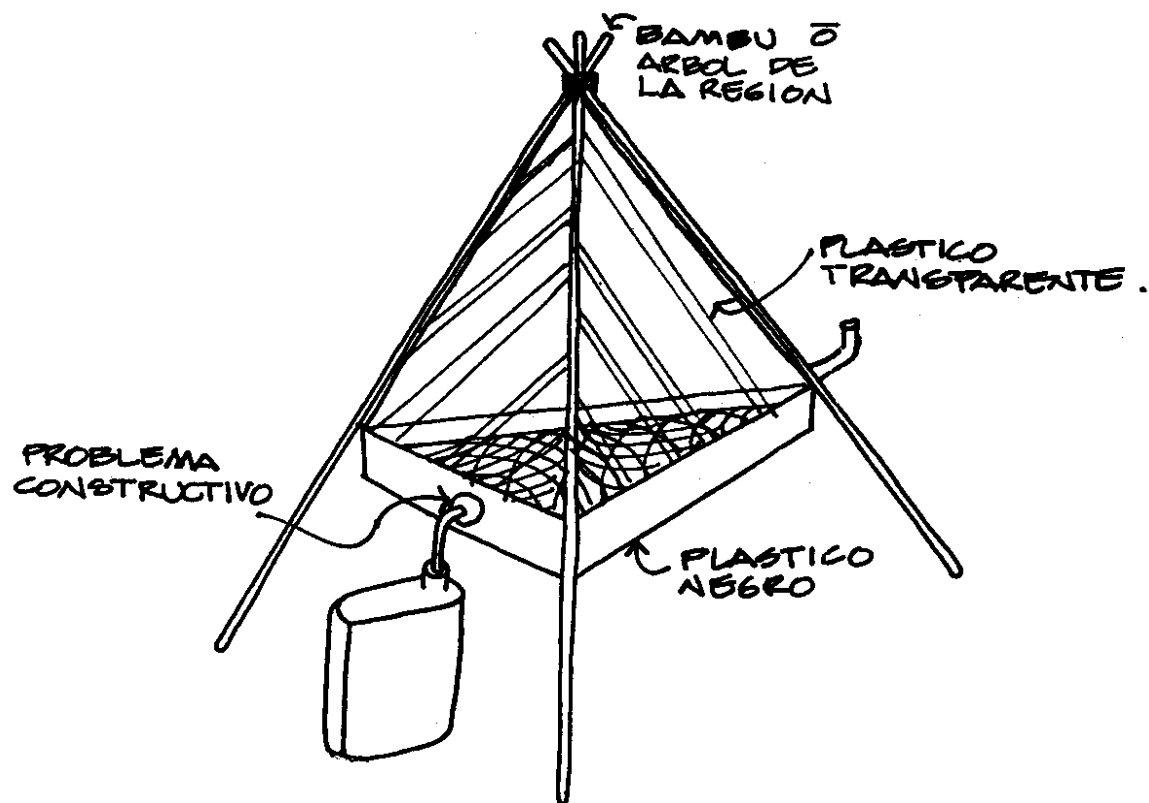
En la experimentación se elaboraron varios prototipos con diferentes materiales. De acuerdo con los requisitos, se fueron eliminando formas y materiales llegando, al prototipo con el cual se experimentó en el interior del país. A continuación se muestra en una forma breve el proceso del mismo.

5.2 PROTOTIPO PIRAMIDAL DE NYLON

El primer prototipo que se construyó fue el piramidal de nylon grueso, el más grueso que se encontró en el mercado. Para su construcción la unión de piezas se efectuó a base de calor, se tuvo el problema con el ducto de abastecimiento de agua y el de salida de agua pura, buscándose pegamentos en el mercado local, no encontrándose ninguno.

Debido a estos problemas constructivos se desistió del mismo. Además, para su construcción se requeriría de maquinaria

especializada, para que la producción pudiera ser en grandes cantidades. El costo del mismo oscilaba entre Q6.00 y Q9.00. No se obtuvieron resultados de rendimiento.



PROTOTIPO PIRAMIDAL DE NYLON

FIGURA 39

FUNCIONAMIENTO:

1. El colector se colocaría en el patio y se sostendría con cañas de bambú o cualquier otro árbol de la región.
2. Se llenaría de agua por medio del ducto de abastecimiento.
3. Se obtendría agua purificada en el ducto de salida.

VENTAJAS:

1. Su costo es sumamente bajo y es fácil de instalar.
2. Al transportarlo se puede hacer como una bolsa.
3. Su instalación y funcionamiento son sencillos.

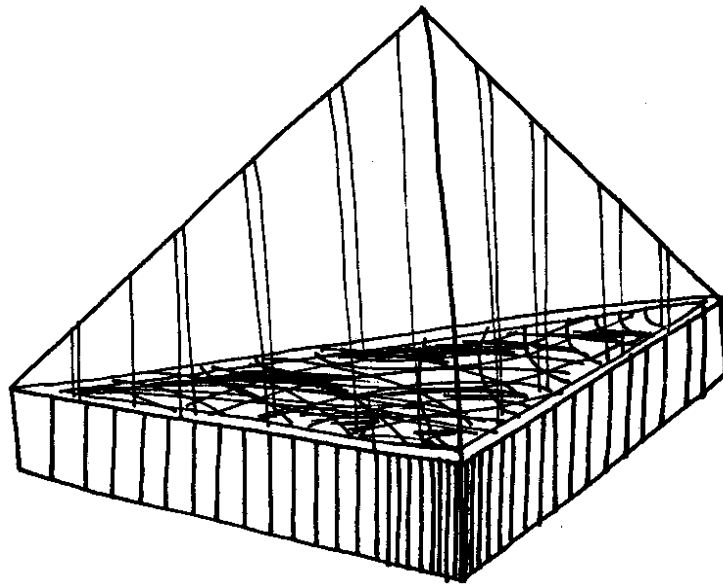
DESVENTAJAS:

1. El plástico a utilizar debe cuidarse de objetos punzo-cortantes, ya que se rompe fácilmente.
2. La vida útil aproximada del plástico expuesto al sol es de dos años.
3. Las uniones deben hacerse dobles para garantizar que no existan fugas de agua o calor.
4. No existe en el mercado pegamento para instalar los ductos de abastecimiento y de salida.
5. No se integra a la vivienda ni espacial ni constructivamente.

Dentro de las opciones de materiales se encontraba la lámina plástica lisa y este material nos llevó al siguiente modelo:

5.3 PROTOTIPO CON LAMINA PLASTICA LISA CALIBRE 100 Y 150

Como su nombre lo indica, este prototipo se construyó con lámina plástica calibre 100 y 150, la forma fue la piramidal y las uniones se hicieron con fibra de vidrio.



PROTOTIPO PIRAMIDAL DE LAMINA PLASTICA CALIBRE 100 Y 150

FIGURA 40

El trazo para la construcción de este prototipo es fácil, haciéndose triángulos a 30 grados centígrados, uniéndolos con fibra de vidrio. Al hacerle las pruebas éstos fueron los resultados:

1. La lámina lisa calibre 100 tenía fugas tanto de agua como de calor, por las burbujas de aire que presentaba la lámina.
2. Debido a lo expuesto en el numeral anterior, su rendimiento fue bastante bajo.
3. Se construyó el modelo con lámina lisa calibre 150 encontrándose defectos en la misma, ya que presentaba áreas demasiado gruesas y otras muy delgadas, teniendo también burbujas de aire y por lo tanto fugas de agua y calor.
4. Se procedió a darles un recubrimiento con resia, con lo cual se eliminaron las fugas de agua y calor.
5. El rendimiento que se obtuvo fue de 1/2 a 3/4 de litros diarios.
6. El costo del modelo calibre 100 fue de Q20.00 y el del modelo calibre 150 de Q30.00.

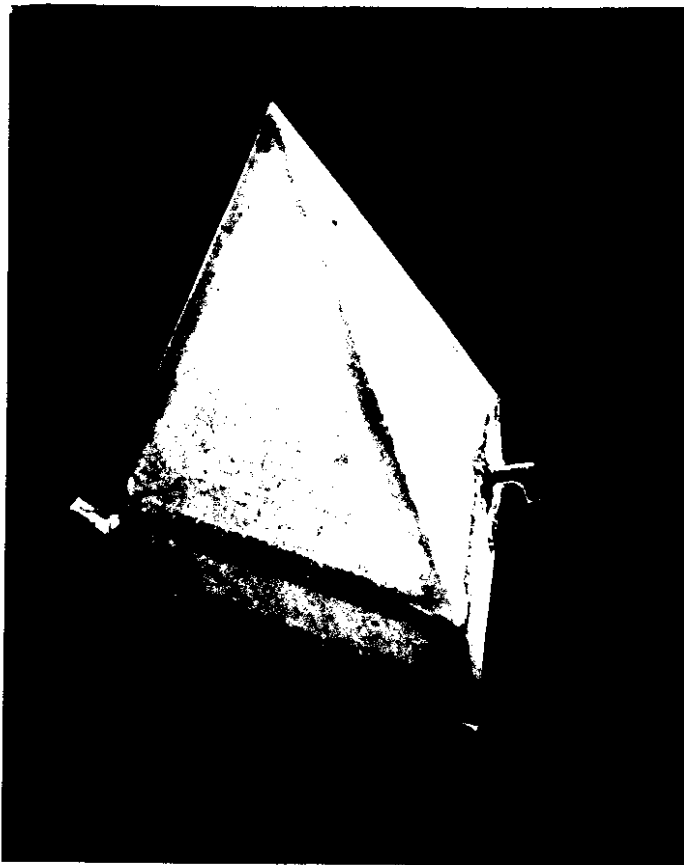
El modelo se sometió al siguiente análisis:

1. El colector solar al tener una superficie demasiado

gruesa no permitia el paso adecuado de la radiación solar.

2. El material, al tener la lámina calibre 150 contenía dentro de sí más composición de matt que impedía el paso de la radiación solar.

3. El material presentaba irregularidades demasiado abundantes, lo cual demostraba la falta de control de calidad del mismo por lo que se procedio a buscar otro material.

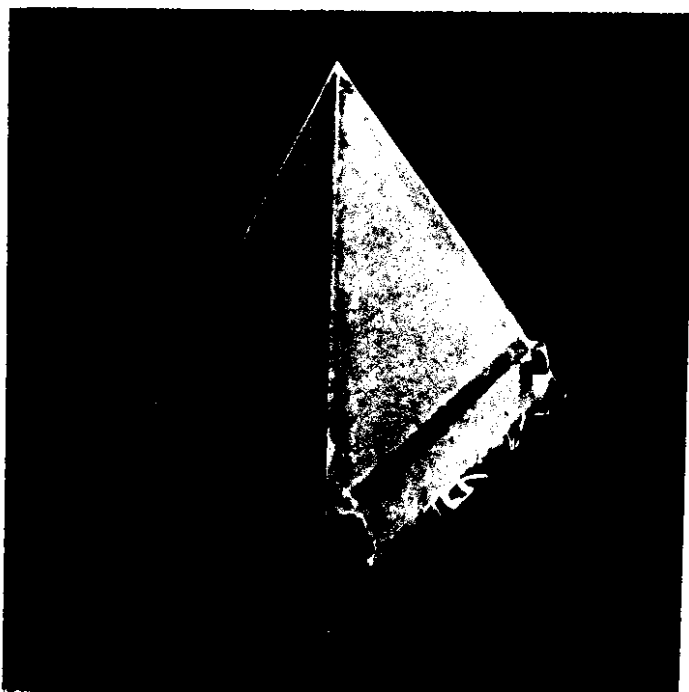


MODELO CON LAMINA PLASTICA LISA CALIBRE 100

Figura 41

5.4 PROTOTIPO CON FIBRA DE VIDRIO

Por las razones antes expuestas, se decidió hacer el modelo con fibra de vidrio, teniendo dos gruesos diferentes, el modelo con dos capas de matt en la base y una capa delgada en el colector solar, fabricando el modelo con molde.

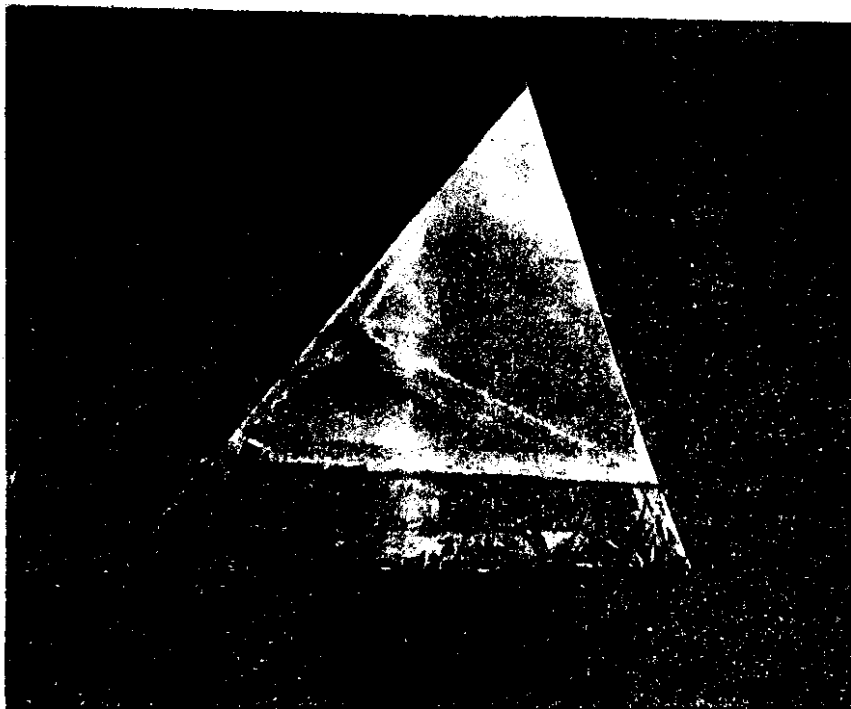


MODELO CON FIBRA DE VIDRIO

FIGURA 42

El costo del modelo en fibra de vidrio fue de Q30.00 y al someterlo a la experimentación, el rendimiento fue demasiado bajo. La razón principal se debió a que la fibra de vidrio es aislante al calor, a pesar de que el colector se construyó con resina cristal para dejar el paso de la radiación solar y matt exparsido.

5.5 MODELO CON BASE DE FIBRA DE VIDRIO Y COLECTOR DE VIDRIO



MODELO BASE FIBRA DE VIDRIO Y COLECTOR DE VIDRIO

Este modelo en su construcción presentó problemas que fueron los siguientes:

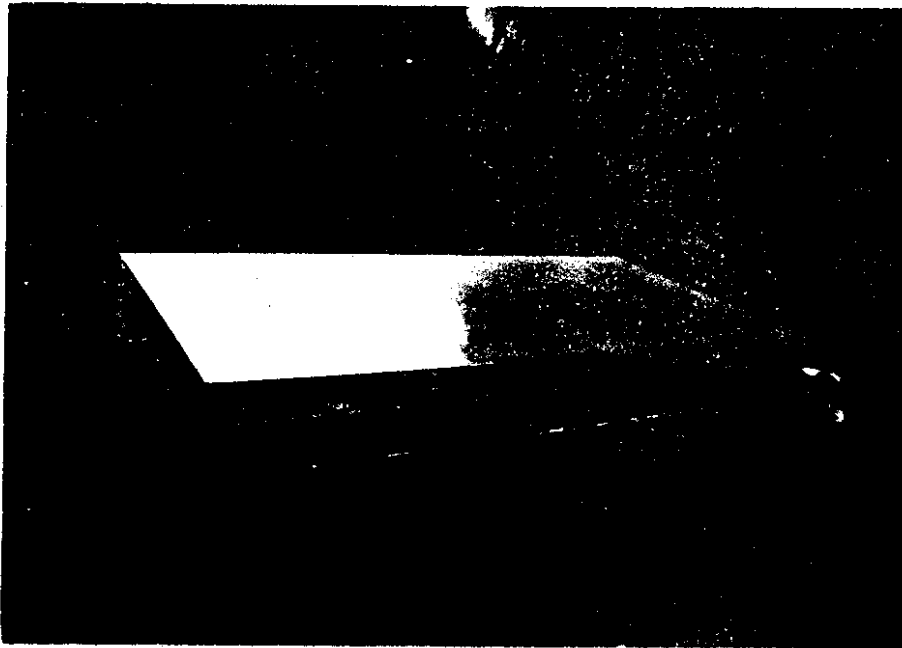
1. El corte de los vidrios en forma de triángulo requiere de personal capacitado en el ramo.
2. Al hacer el corte del vidrio el costo subía, debido a que cobraban el cuadrado o sea un área mayor que significa el doble de área.

3. El instalar el colector de vidrio sobre la base de fibra de vidrio, presentó bastante dificultad en los ajustes y se tuvo que hacer en tres fases, sosteniéndolo con cinta de aislar mientras se pegaban con elastoseal los vidrios entre sí a la base.
4. El costo fue de Q45.00
5. El área del colector solar es de 0.30 metros cuadrados con un rendimiento de 1/2 a 3/4 de litro diarios.
6. La forma del modelo no permitía su integración a la vivienda.

Teniendo en cuenta estos factores se optó por el siguiente modelo:

5.6 MODELO RECTANGULAR CON BASE DE FIBRA DE VIDRIO Y COLECTOR DE VIDRIO.

Con la diferencia obtenida en los modelos anteriores, tanto en materiales como en el sistema de construcción se llegó al modelo rectangular.



MODELO RECTANGULAR

FIGURA 43

En este modelo se combinaron la fibra de vidrio para la base y el vidrio para el colector solar, además de la forma sencilla para construir al instalarse el colector de vidrio a la base. Este modelo al ponerlo a prueba tuvo los siguientes resultados:

1. Rendimiento de 1.25 a 2 litros diarios con una superficie en el colector de medio metro cuadrado equivalente al rendimiento de dos a cuatro litros diarios por metro cuadrado.
2. Fácil de construir y manejar.
3. El costo fue de Q30.00.
4. Por su forma es sencilla su integración a la vivienda espacial y constructivamente.

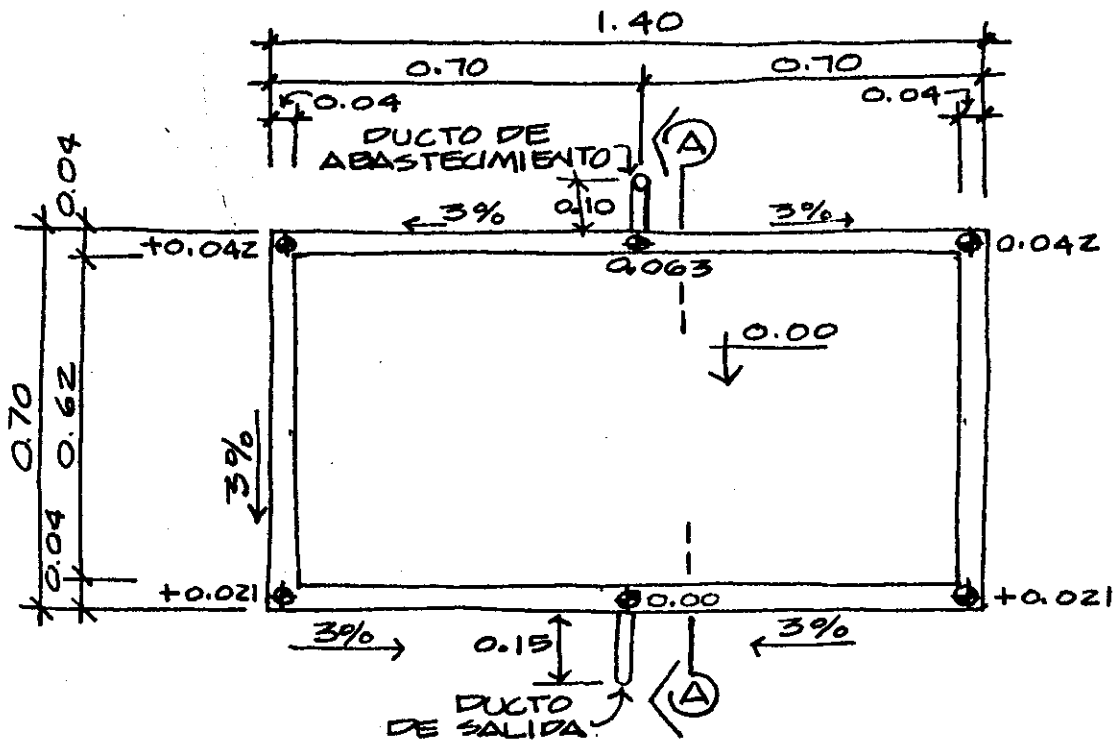
Los resultados anteriores sirvieron de base para el modelo experimental.

5.6 MODELO EXPERIMENTAL PARA EL INTERIOR DEL PAIS

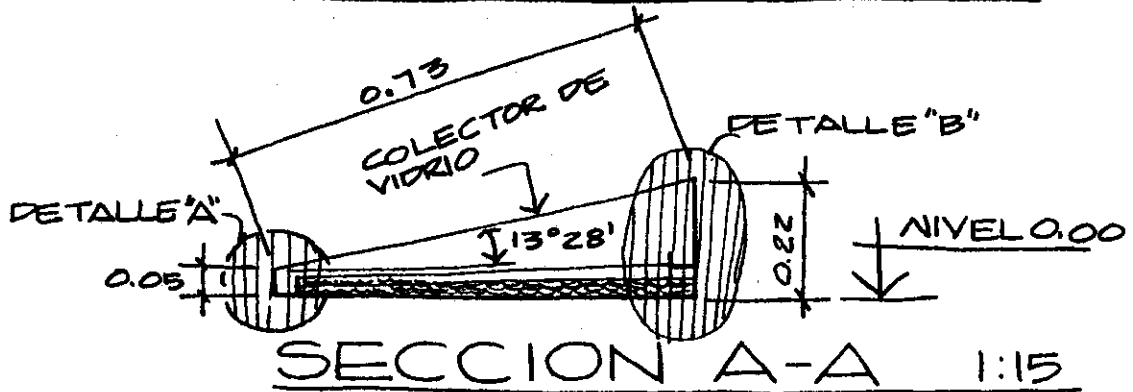
Con base al modelo anterior se elaboró el modelo para la experimentación en el interior del país. El colector de este modelo es de vidrio y su base de fibra de vidrio.

CARACTERISTICAS:

1. Colector de vidrio doble fuerza con 1 metro cuadrado de superficie.
2. La base es de fibra de vidrio con matt de cuatro onzas.
3. Fácil de trasladar y operar.
4. El abastecimiento y salida de agua es con tubos y accesorios PVC.
5. El costo del purificador solar es de 070.00.



PLANTA 1:15

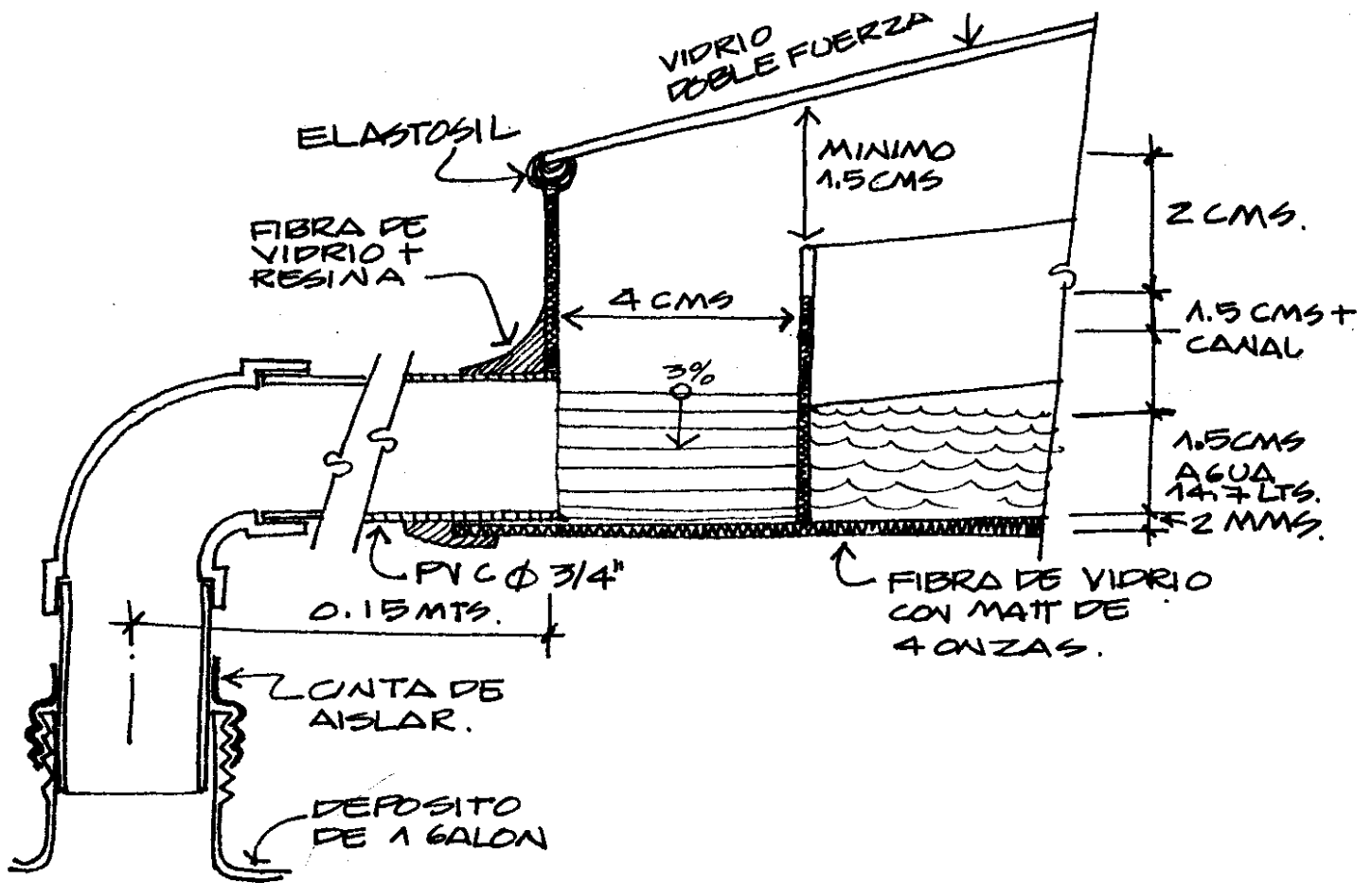


SECCION A-A 1:15

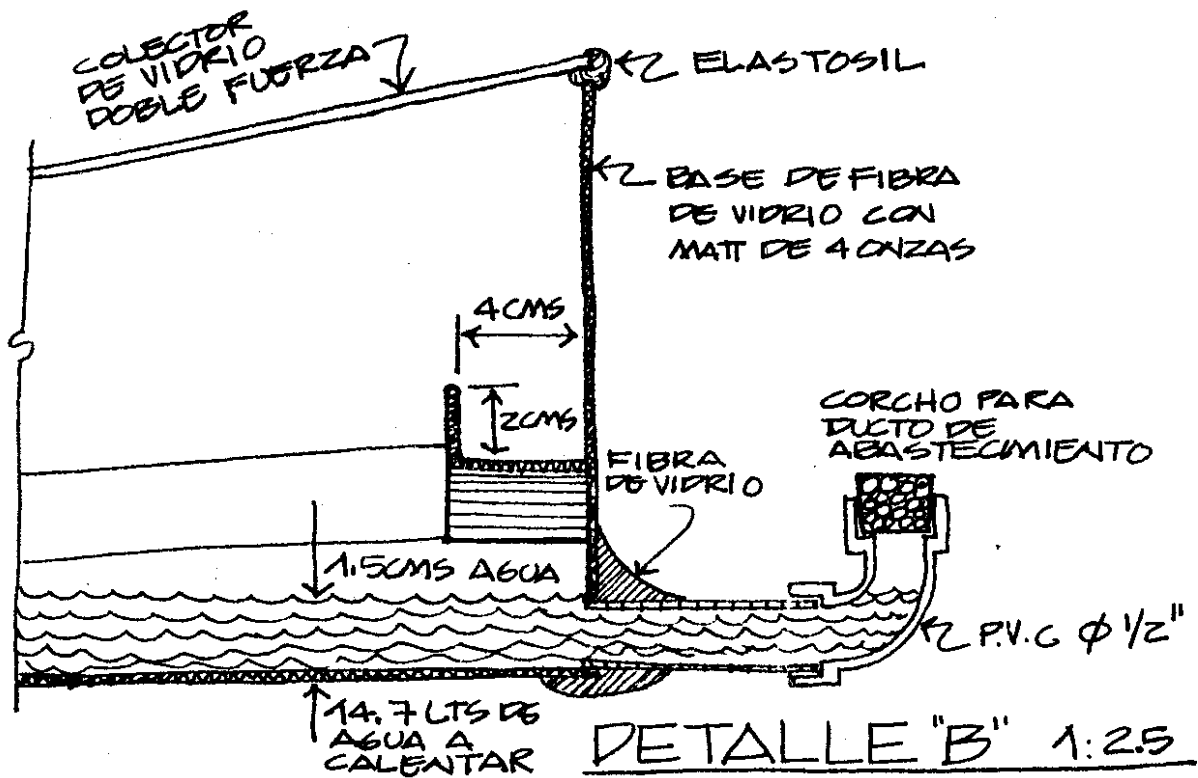


PERSPECTIVA 1:15

FIGURA 44 PROTOTIPO EXPERIMENTAL

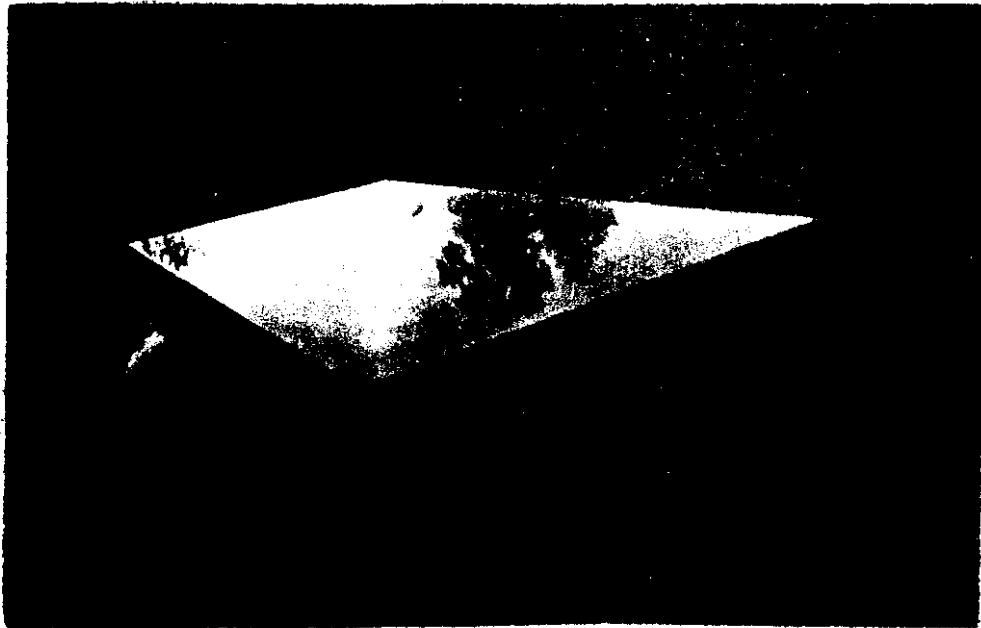


DETALLE "A" 1:1



DETALLE "B" 1:2.5

FIGURA 45 DETALLES DEL PROTOTIPO EXPERIMENTAL



MODELO EXPERIMENTAL RECTANGULAR CON COLECTOR DE VIDRIO Y BASE DE FIBRA DE VIDRIO

FIGURA 46

El prototipo se llevó- de acuerdo a la regionalización del país mostrada en el Capítulo III y a la radiación solar promedio mostrada en el Capítulo IV- a los siguientes lugares:

- Chiantla, Huehuetenango
- Sololá, Sololá
- Tiquisate, Escuintla
- Zacapa, Zacapa
- Los Alamos, Ciudad de Guatemala

El primer lugar a donde se llevó a experimentar fue Huehuetenango donde colaboró el Señor José Vielman T., quien tuvo el prototipo durante una semana y cuyos resultados se muestran en la boleta adjunta (ver anexo No. 2)

El segundo lugar fue Sololá y se contó con la colaboración de la epesista María Estela Gómez. El modelo se instaló en la casa de huéspedes en Sololá, con el control de la boleta de parte de la señorita Gómez, cuyos resultados se muestran en la boleta adjunta.

El tercer lugar fue la Municipalidad de Tiquisate, Escuintla y se contó con la colaboración del Bachiller Edwin E. Norman Ruano, Jefe de Aguas de dicha municipalidad. Los resultados se adjuntan.

El cuarto lugar fue la vivienda en Zacapa del señor Gustavo A. Perdomo, quien colaboró en el control y operación del purificador y cuyos resultados se muestran en la boleta adjunta.

El quinto lugar fue en Los Alamos, San Miguel Petapa, Guatemala, y se tuvo la colaboración de la señora María Eugenia Porres de Peñate, quien llevó el control y operación del purificador solar y cuyos resultados se muestran en las boletas.

En el Anexo número 2 se muestra el modelo de la boleta a llenar (tabla A) los instrumentos que se utilizaron para el control de la experimentación y las boletas con los resultados obtenidos de cada lugar.

De los resultados de las boletas a continuación se presenta un resumen de la experimentación

Lugar	Rendimiento	Promedio	Fuente	Agua	Sol	Estación
Huehuetenango	2.17	litros/día		Chorro	Regular	Invierno
Sololá	1.97	litros/día		Chorro	poco	Invierno
Tiquisate	1.86	litros/día		Pozo	Poco	Invierno
Zacapa	3.25	litros/día		Chorro	Regular	Invierno
Guatemala	2.25	litros/día		Pozo	Regular	Invierno

Como podemos observar en el cuadro de resumen presentado anteriormente se obtuvieron los resultados siguientes:

1. El rendimiento promedio en época lluviosa osciló entre 1.86 litros a 3.25 litros diarios de agua. El rendimiento esperado oscila entre 2 a 4 litros diarios.
2. El sistema constructivo es sencillo así como el manejo del mismo.
3. El costo de dicho purificador es de 070.00 y su mantenimiento se reduce a limpiar el vidrio mensualmente.
4. Se puede integrar por su forma a la vivienda tanto en el aspecto espacial como en el constructivo.

En conclusión, el purificador cumple con la mayor parte de los parámetros propuestos y vislumbra un gran campo de trabajo en el aprovechamiento de la energía solar aplicado a la Arquitectura.

Capítulo VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

6.1 La etapa de experimentación en las diferentes regiones de nuestro país, es de gran retroalimentación para el presente trabajo. Se apreció en el recorrido realizado, la dispersión de las viviendas tanto en el altiplano y en la costa sur, como en el departamento de Zacapa. En la experimentación se pudieron observar los factores que inciden en el rendimiento del purificador solar, como lo son la lluvia, la nubosidad y si el mismo no está bajo la proyección de la sombra de un árbol o de una vivienda. Al explicarles a los voluntarios de controlar el rendimiento del purificador solar, en corto tiempo como funciona, se observó que el manejo era simple y fácil de aprender, lo cual simplificara la introducción a la vivienda.

De estas observaciones y de los rendimientos obtenidos en la experimentación, se concluye lo siguiente:

6.2 PURIFICADOR SOLAR

El costo del purificador solar con base de fibra de vidrio y colector de vidrio doble fuerza es de Q70.00 con un área de 1 metro cuadrado. El costo es competitivo con los filtros mencionados en el Capítulo IV Inciso de 4.2.1 al 4.2.3, con un costo de mantenimiento igual a cero quetzales.

CUADRO SINTESIS DE PURIFICADORES DE AGUA

TIPO	COSTO INICIAL	COSTO DE OPERACION	RENDIMIENTO	USUARIOS
Plantas de tratamiento	Q2300.00	Q 40.00 mes	1 paja/mes	Ciudades
Filtro Vertreflet	Q413.02	Q155.68 anual	3.75 lts/h.	Familia Urbana
Filtro Vertrefelt por gravedad	Q255.62	Q155.00 anual	3.75 lts/día	Familia Rural
Filtro Ultrasil Modelo 123	Q453.68	Q128.00 anual	10 lts./hora	Familia Urbana
Filtro Artesanal	Q100.00	Q 5.00 anual	3.75 lts/día	Familia Rural
Purificador Solar actual	Q300.00	Q 60.00 anual	0.75 lts/día	Familia Rural
Purificador Solar Experimental	Q 70.00	Q 00.00 anual	Invierno 2.75 lts/día Verano 6.00 lts/día	Familia Rural

6.3 RENDIMIENTO DEL PURIFICADOR SOLAR

Como podemos apreciar en el Capítulo VI, el rendimiento mínimo que se obtuvo del purificador en invierno es de 1.25 litros al día y el rendimiento máximo fue de 3.75 litros al día, con un promedio de 2.75 litros/día de todas las regiones. Este rendimiento es satisfactorio para la época de invierno en la vivienda rural, y de acuerdo a los resultados de los purificadores en verano, el rendimiento estaría por encima del doble del promedio de invierno, por lo que en verano se espera un rendimiento de 5 a 6 litros

diarios por metro cuadrado del purificador.

6.3.1 MANEJO DEL PURIFICADOR SOLAR

El uso y manejo del purificador solar durante la experimentación demostró ser sencilla, fácil de aplicar y adaptar en los patios de las viviendas.

6.3.2 En general, el purificador solar se puede adaptar a la vivienda rural e integrarse a la misma en el futuro.

6.4 COMPROBACION DE HIPOTESIS

Se puede observar en el presente trabajo el estudio de la forma, los materiales, la optimización de la energía solar que han llevado al diseño propuesto, con un costo menor del purificador solar respecto a los actuales sistemas de purificación.

Por lo que se concluye que es posible integrar el purificador solar de agua a la vivienda, coadyuvando a mejorar la calidad de la misma y el nivel de vida de sus habitantes.

RECOMENDACIONES

El presente trabajo es un esfuerzo para coadyuvar a mejorar la calidad de vida y vivienda para la mayor población de nuestro país la Facultad de Arquitectura debería hacer esfuerzos en este sentido:

- 7.5 Seguir investigando sobre este campo por medio del Ejercicio Profesional Supervisado, experimentando con materiales de cada región en particular.
- 7.6 Definir la línea de investigación en las diferentes regiones del país y mejorar la calidad de vivienda, utilizando materiales locales que no requieran demasiada transformación y la utilización de la energía solar como fuente de energía para la vivienda, mejorando así la calidad de vida de los habitantes.
- 7.7 Dentro de la adaptación de la energía solar como fuente de energía de la vivienda, integrar cada aparato a la misma, como lo sería el purificador solar, el calentador solar, etc.
- 7.8 Preliminarmente y de acuerdo con un estudio de indicadores de ingreso, crecimiento y utilización de la Universidad de Yale de Inglaterra, 1979, para las familias latinas rurales

con ingreso menor a \$100.00, se consideran de escasos recursos; en nuestro caso, el ingreso se consideró menor de Q200.00, con lo cual podrian destinar un 3.9% de su ingreso mensual con una tasa real del 4.5% dando un monto de Q93.60 al año, pudiendo adquirir un purificador solar de Q70.00; por lo anterior se recomienda realizar estudios complementarios del proyecto como lo serian los aspectos tecnológicos, administrativos, legales y financieros.

PROPUESTA HACIA UNA VIVIENDA BIOCLIMATICA

7.1 Guatemala, como país subdesarrollado, tiene problemas económicos para solucionar la demanda de vivienda tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Dentro del último nivel, la demanda de servicios y equipamiento urbano. Ante esta situación se deben presentar opciones arquitectónicas que coadyuven a solucionar dichos problemas.

La demanda de agua potable en la vivienda de Guatemala es del 85% de familias y se encuentra ubicada geográficamente en el área rural. Esta población tiene un ingreso económico debajo de los Q200.00 mensuales por familia, contándose los ingresos de todos los miembros de la familia, considerándose a éstas como de escasos recursos económicos.

Agregándose a lo anteriormente expuesto la contaminación ambiental, que conlleva la contaminación de lagos, ríos y fuentes de agua, las causas de la contaminación son diversas. Dentro de ellas se encuentran la deforestación, el uso inadecuado de fungicidas e insecticidas, la descarga sin tratamiento de aguas servidas, etc.

El presente trabajo pretende coadyuvar a mejorar la calidad de la vivienda y por consiguiente la calidad de vida de los habitantes, proponiendo una fuente de energía no tradicional como lo es la utilización de la energía solar en la

purificación de agua, para lograr un mejor confort y servicios dentro de la vivienda.

El purificador solar de agua se puede integrar a la vivienda y así mejorar la calidad de la misma, proveyendo de agua potable a los habitantes de la misma a partir de diversas fuentes de agua como lo podrían ser agua de pozo, de estanques, de mar, de ríos, etc. El costo del mismo asciende a Q70.00 de acuerdo a la experimentación presentada en el Capítulo V.

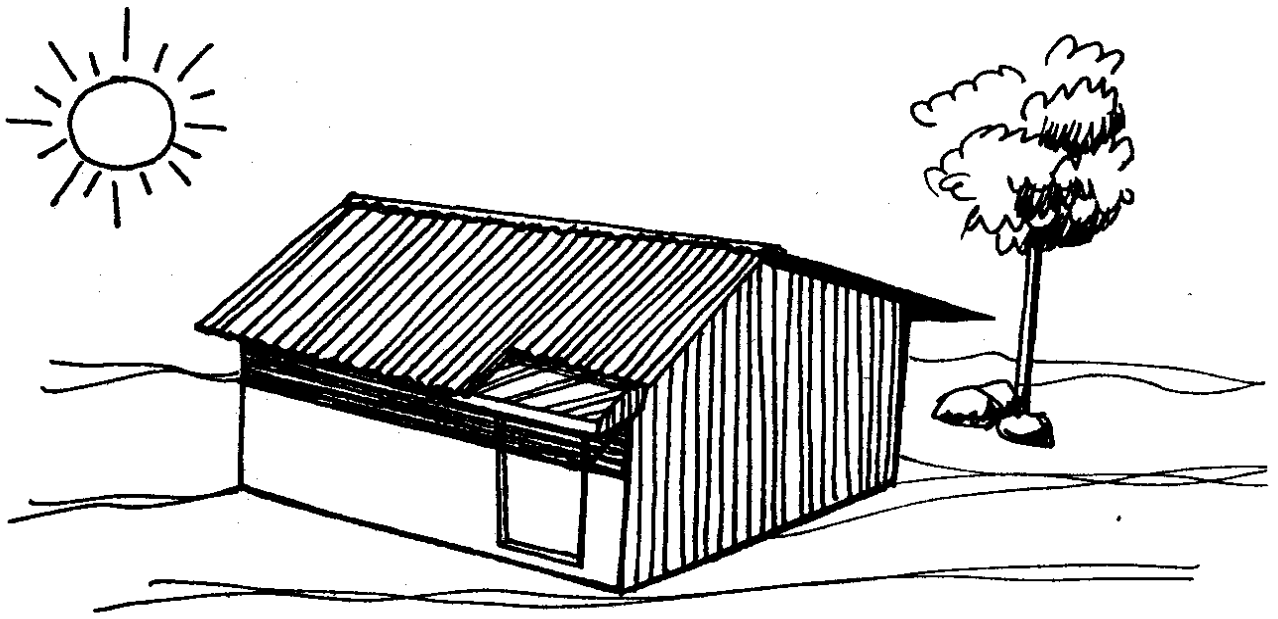
7.1.1 POSIBLE DEMANDA DEL PURIFICADOR SOLAR

La demanda del purificador solar se estima en el interior del país, específicamente el área rural. Las familias con ingresos mensuales de Q200.00.

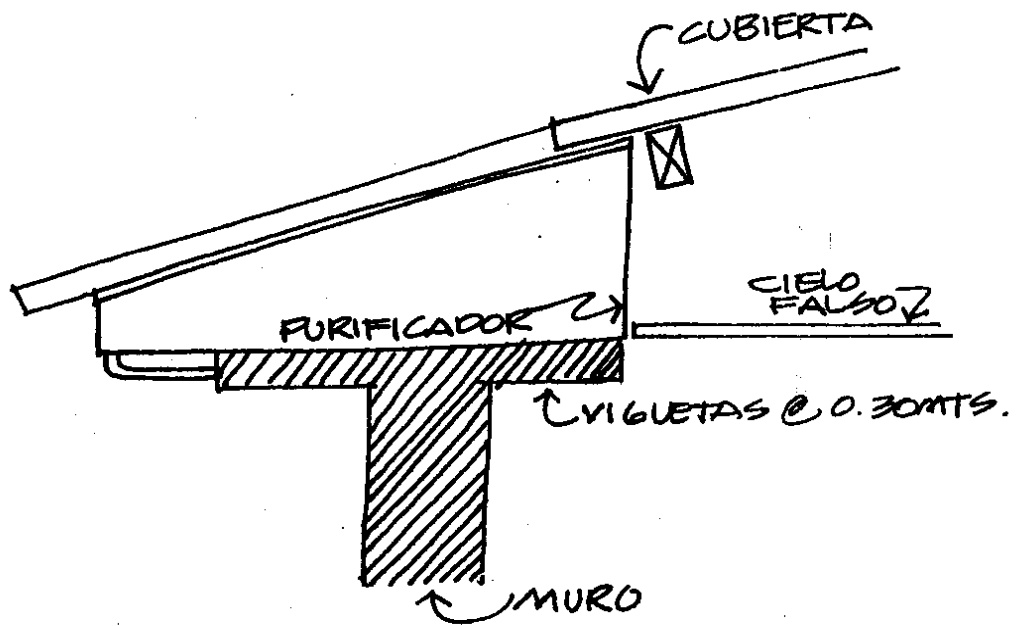
7.2 INTEGRACION DEL PURIFICADOR SOLAR A LA VIVIENDA

7.2.1 En la vivienda de acuerdo a las funciones y relaciones de áreas, se puede ubicar potencialmente en:

- a) El techo de la vivienda, integrado a la estructura de la vivienda (Figura 52).



PURIFICADOR SOLAR EN LA CUBIERTA



PURIFICADOR SOLAR EN LA CUBIERTA DE LA VIVIENDA

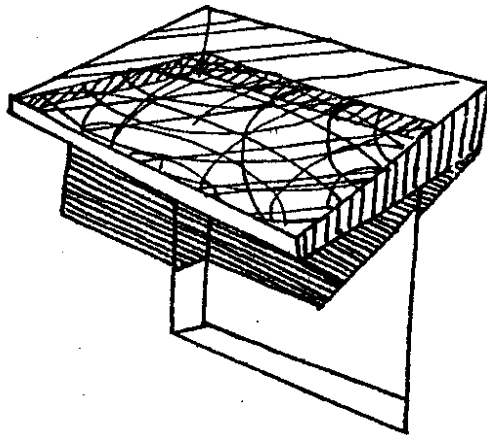
FIGURA 52

Teniendo cuidado que la orientación de la cubierta donde se integre el purificador sea hacia el sur.

También se tendrá que estudiar el fenómeno que produce dentro del interior de la vivienda, tanto en el día como durante la noche, o sea el impedir el paso de calor durante el día por el acumulador de agua y la radiación de calor del acumulador durante la noche, hacia el interior de la vivienda.

7.2.2 La volumetría del purificador se puede integrar a la vivienda, explotándolo estéticamente por su forma y como elemento regulador en el control ambiental de la vivienda.

a) Se puede ubicar en el dintel de una ventana produciendo sombra sobre la misma, controlando así el paso de la radiación solar directa al interior de la vivienda (Figura 53).



UBICACION COMO PARTE LUZ HORIZONTAL

FIGURA 53

b) Se puede ubicar en el dintel de una puerta, produciendo sombra durante el verano y sirviendo como protección de la lluvia durante el invierno, dándole énfasis a la entrada de una vivienda.

(Figura 54)

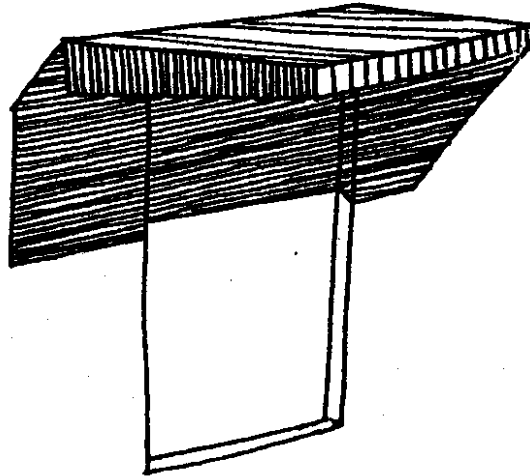


FIGURA 54

7.3 Los materiales a emplear en el purificador solar al integrarlo a la vivienda:

a) Para el colector solar se recomienda el uso de vidrio, ya que permite el paso del 88% de la radiación solar.

b) En cuanto a la base que sustentará el colector y contendrá dentro de sí el agua a purificar, se requiere de un material impermeable y aislante del calor. Dentro de estos materiales se recomiendan:

b.1 La fibra de vidrio, que es aislante del calor en un 80%, es impermeable y es un material liviano.

Este material se puede sustituir por otros materiales como lo podrían ser:

b.2 Paredes cubiertas con malla de gallinero y uso de puzolana, con un revestimiento interior asfáltico de lykol (/16) que impermeabiliza.

b.3 Paredes de piedra con juntas de mezcla impermeabilizadas con CPSEAL (/17) componente asfáltico, etc.

7.4 EL PURIFICADOR SOLAR EN LA VIVIENDA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DEL USUARIO

Al integrarse el purificador solar a la vivienda se estaría mejorando la calidad de vivienda, coadyuvando a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la misma, siendo el consumo de agua potable un factor importante en la conservación de la salud.

16/ Lykol material asfáltico que se aplica como revestimiento para impermeabilizar materiales de construcción.

17/ CEPSEAL material hecho a base de cementos y químicos que impermeabilizan materiales de construcción.

La fuente de energía de purificador solar de agua es la radiación solar que no tiene ningún costo. Al mismo tiempo se estará beneficiando el medio ambiente, al dejar de utilizar los medios tradicionales para purificar el agua. Entre estos medios tenemos:

- El uso del cloro cuyo costo es alto, y el control de la cantidad de cloro en el agua requiere de personal calificado en el ramo.
- El hervir el agua requiere de por lo menos 45 minutos, 30 minutos en calentar el agua y 15 minutos en hervirla para obtener agua potable. Esto requiere el consumo de leña, que es el combustible más empleado en el área rural.

Al utilizar el purificador solar, este incidiría en un menor consumo de leña y al tener menos necesidad de usar leña habría menos tala de árboles, lográndose así un mejor equilibrio en el medio ambiente.

Al combinar e integrar dentro de la vivienda sistemas para mejorar su calidad mediante el aprovechamiento de la energía solar, esta vivienda se irá haciendo autosuficiente, integrándose a su entorno y será en el futuro una vivienda bioclimática. Los sistemas que se pueden combinar por ejemplo podrían ser los siguientes:

- a) El uso de materiales locales para lograr un confort de la vivienda en el clima que está se emplace.
- b) El uso del calentador de agua solar para el consumo de la vivienda.
- c) La integración del purificador solar de agua a la vivienda.
- d) La instalación de fotoceldas solares para lograr iluminación nocturna de la vivienda.
- e) El consumo de biogas como sistema para cocinar, etc.

Cuando el Arquitecto logre planificar y construir la vivienda utilizando la energía solar como fuente alterna de energía e integrando a la vivienda sistemas que afecten lo menos posible el medio ambiente que la rodea, estará planificando una vivienda bioclimática. Este es un desafío y un reto para el arquitecto y se vislumbra un camino interesante para mejorar la calidad y cantidad de la vivienda a un menor costo.

7.5 INTEGRACION DEL PURIFICADOR SOLAR A LA VIVIENDA

El presente trabajo propone la integración del purificador solar a la vivienda principalmente en el interior del país. En esta integración se muestra como se puede ubicar el purificador

dentro de la vivienda, respetando los elementos climáticos en cuanto a criterios de diseño y su relación con el consumo espacial interno para el confort de los usuarios.

Para el ejemplo que se muestra a continuación, se seleccionaron los criterios de diseño climático para la sub-región Jalapa-Chortí. /18

7.5.1 ACTIVIDADES DE LA VIVIENDA

A continuación se estudia el consumo de la vivienda urbana y rural en el interior del país y se ubica el purificador solar en el lugar más conveniente dentro de la vivienda.

Se observan las siguientes actividades dentro de los modelos de vivienda presentados en las figuras No. 55 y 56.

- Dormir
- Estar
- Comer
- Cocinar

/18 Oscar Leiva Orellana

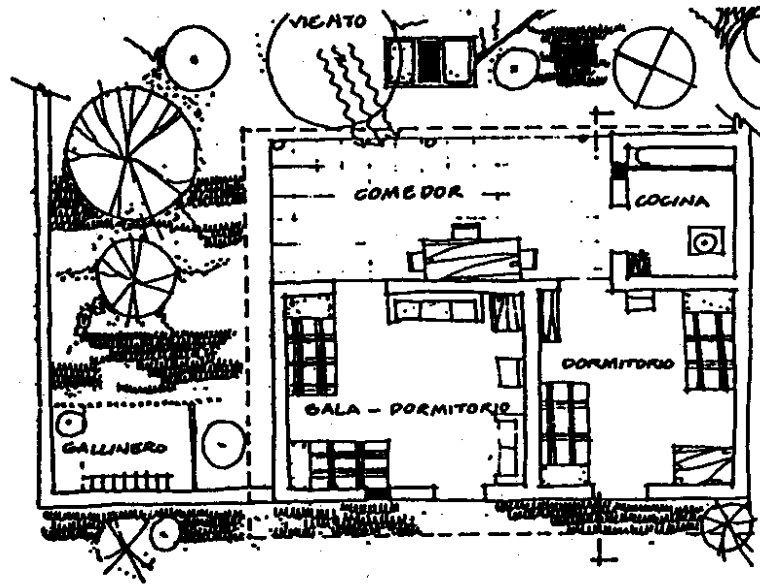
Criterios de Diseño Climático para Edificaciones en la Región del Altiplano Oriental del País, Sub-regiones Jalapa-Chortí.

Tesis de la Facultad de Arquitectura, USAC 1,984.

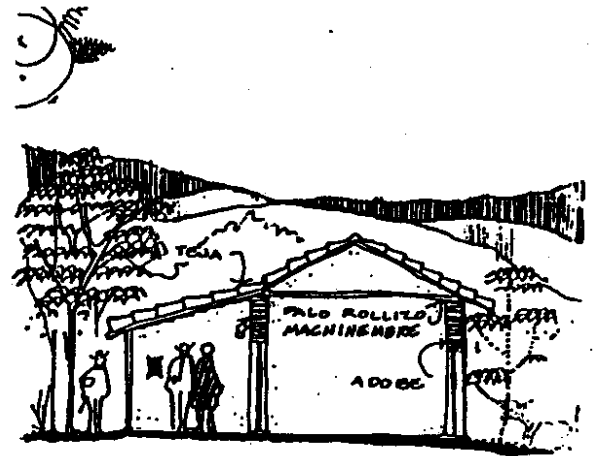
De las actividades antes mencionadas 2, tienen un consumo de espacio cerrado y 2 tienen el consumo de espacio semi-abierto. Las actividades que tienen un consumo de espacio cerrado son dormir y estar. En el espacio semi-abierto se encuentra cocinar, comer y estar.

En las actividades antes mencionadas tienen demanda de agua potable directamente la actividad de cocinar y comer.

Las actividades que demandan agua potable indirectamente son: Estan en el segundo grado y dormir en el tercer grado.



PLANTA 666.1/120



SECCION 666.1/120

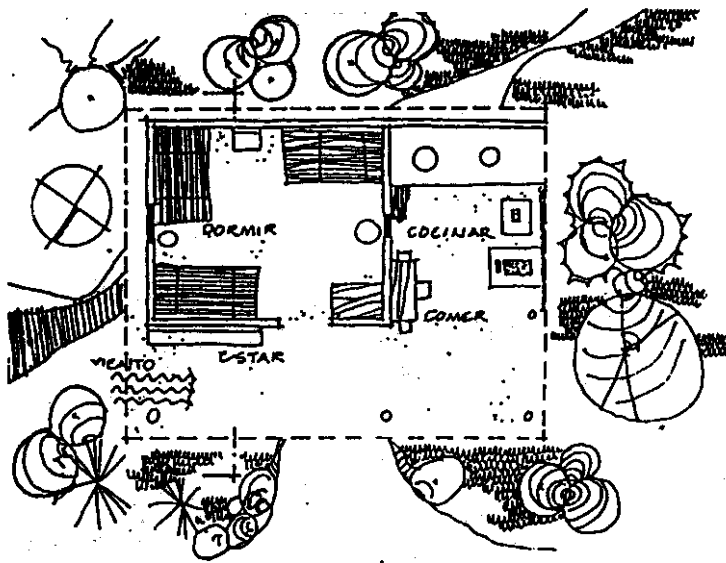


ELEVACION FRONTAL 666.1/120

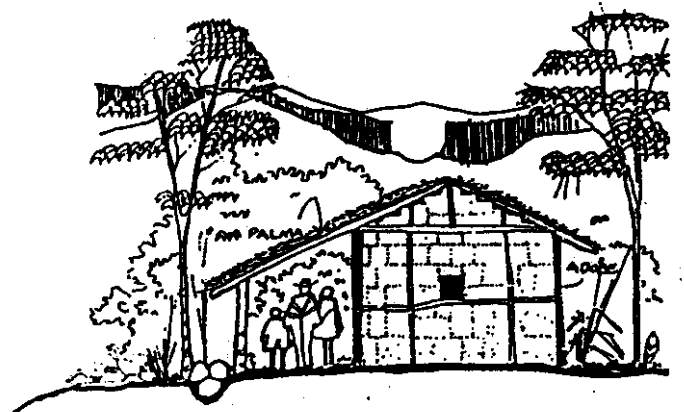
VIVIENDA URBANA, SAN JACINTO CHIQUIMULA

CHORTI /

FIGURA 55



PLANTA ESC. 1/125



SECCION ESC. 1/125



ELEVACION ESC. 1/125

VIVIENDA RURAL SAN JACINTO CHIQUIMULA

CHORTI /

FIGURA 56

7.5.2. AREAS QUE DEMANDAN AGUA POTABLE

La actividad de cocinar requiere agua potable directamente y se puede relacionar esta área para la integración del purificador solar dentro de la vivienda. En esta área es donde se encuentra la mayor parte del tiempo la señora ama de casa, y por esta razón podría operar y controlar el purificador solar, haciendo cambios de recipientes oportunamente, almacenando el agua potable para el consumo familiar, llenando de agua el purificador cuando sea necesario. Además el área de cocina tiene una relación directa con el área del comedor, en donde se encuentra la otra actividad que requiere directamente el consumo de agua potable.

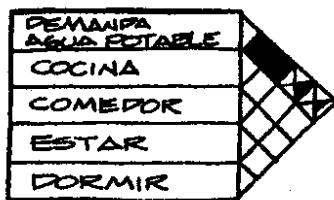
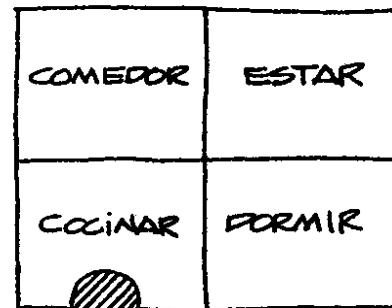


DIAGRAMA DE RELACIONES

- RELACION DIRECTA
- ▨ RELACION INDIRECTA
- ▩ RELACION NINGUNA



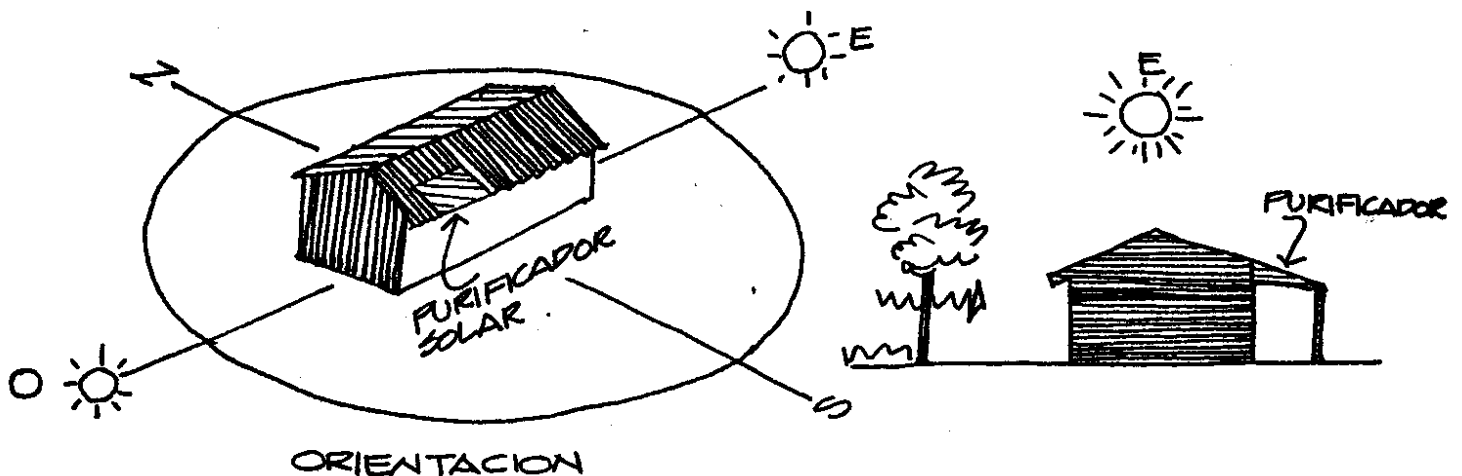
● PURIFICADOR SOLAR.
DIAGRAMA DE BLOQUES.

la misma, a continuación se estudia la ubicación en la vivienda mediante diferentes opciones de acuerdo a los criterios de diseño que a continuación se describen:

7.6 CRITERIOS DE DISEÑO

TRAZADO:

Para reducir al mínimo la exposición del sol, la edificación debe orientarse en sus fachadas mayores sobre el eje Este-Oeste. Esta orientación permite aprovechar los vientos dominantes Nor-Noreste y los secundarios Sur-Suroeste.



PRIMERA OPCION

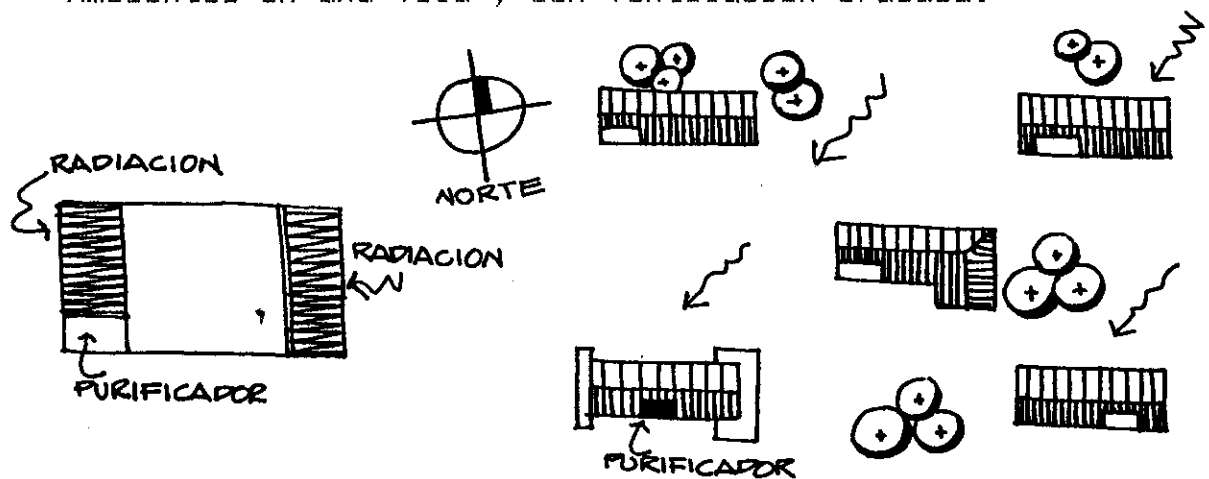
Dentro de este criterio de diseño , existe la posibilidad de integrar el purificador solar a la vivienda en la cubierta de la misma, sobre la pendiente que tiene la orientación sur. Ello permite la mayor cantidad de radiación solar perpendicular sobre el colector en la estación de invierno y frío, que es cuando el sol se inclina hacia el sur. Durante el verano, cuando el sol se inclina al norte, la radiación solar no es directa, pero es compensada por las horas de sol durante el día, promediando así el rendimiento del purificador solar.

DISTRIBUCION:

"La edificación deber disponerse de manera que exista movimiento de aire, no crear zonas de calma".

Los ambientes de poca permanencia deben ubicarse en donde la radiación es intensa (Este - Oeste), con el objeto de utilizarlas como barreras térmicas.

Ambientes en una fila y con ventilación cruzada.



AGRUPACION RECOMENDADA

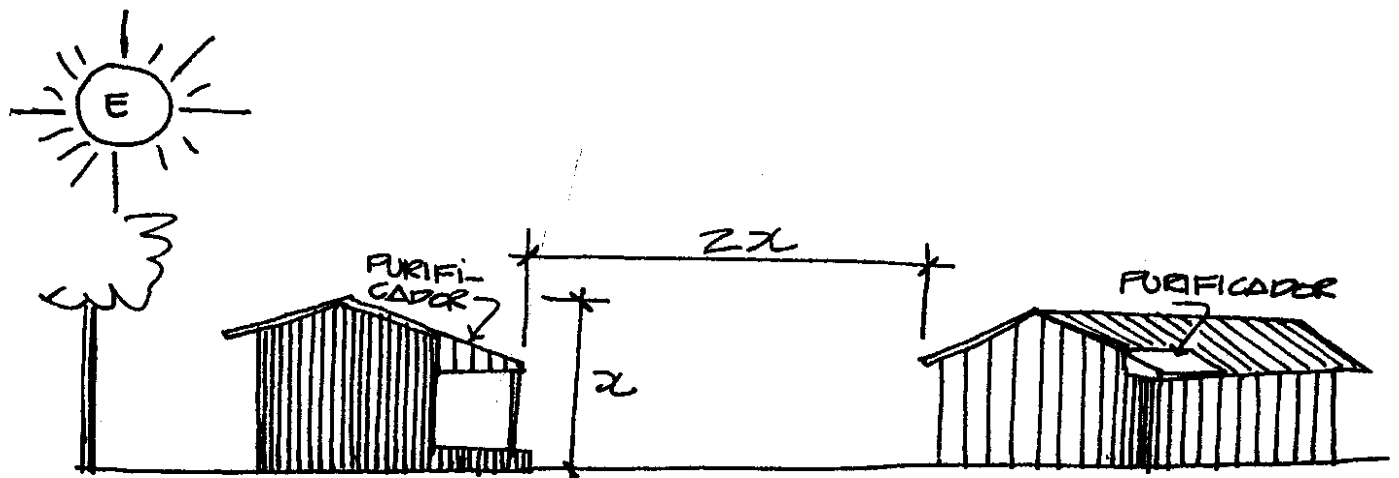
PRIMERA OPCION:

El movimiento de aire es beneficioso para el purificador, permitiéndole al colector una diferencia de temperaturas que incide en la condensación del agua.

ESPACIAMIENTO

Para evitar que la humedad y la temperatura afecten el confort de las edificaciones se recomienda que exista suficiente separación entre éstas. Esta separación puede ser una o dos veces la altura, en áreas rurales se puede aumentar.

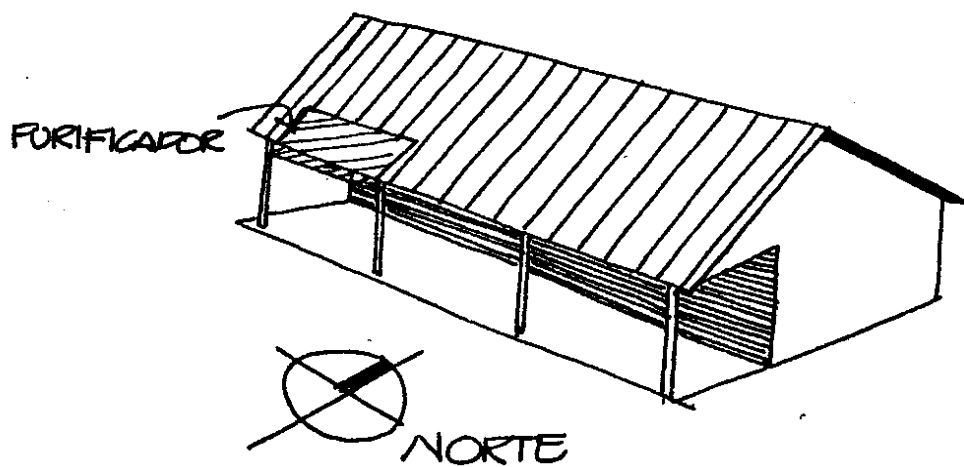
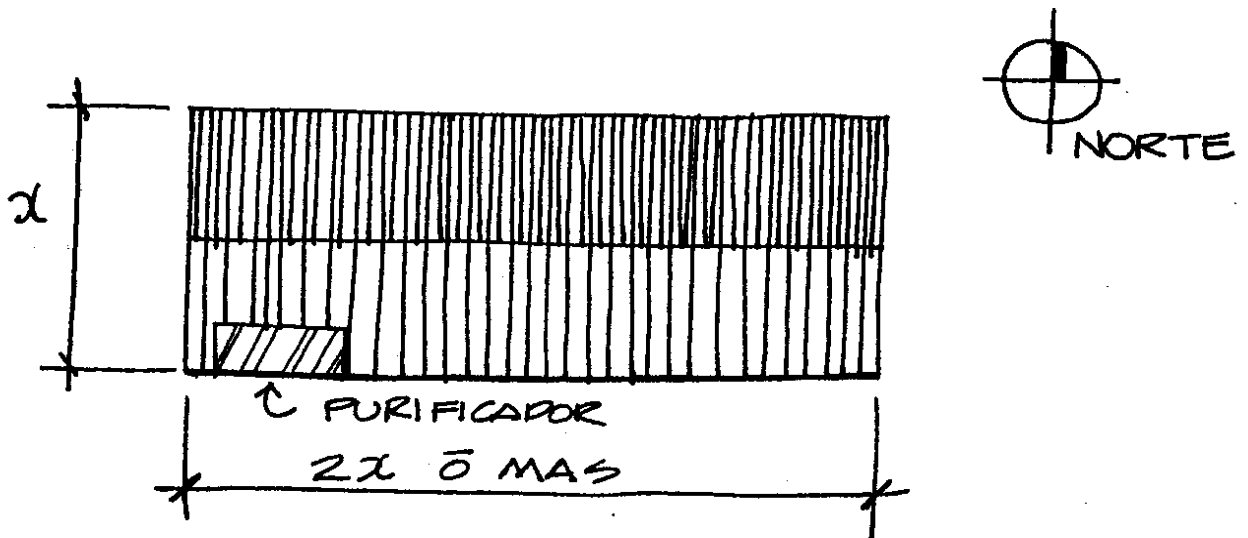
La separación recomendada es beneficiosa porque evita las sombras de las edificaciones sobre el colector permitiendo así una radiación solar directa.



FORMA Y MASA

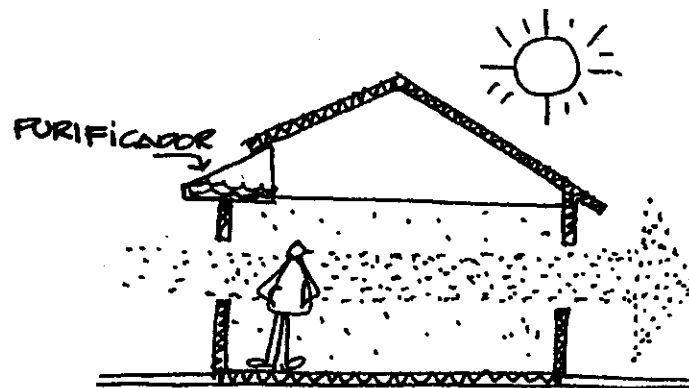
El clima exige que se proyecten formas alargadas y poco masivas, de esta forma se exponen las superficies menores a la radiación solar.

Esto permite una mayor área para la ubicación del purificador solar en la cubierta con orientación Sur.



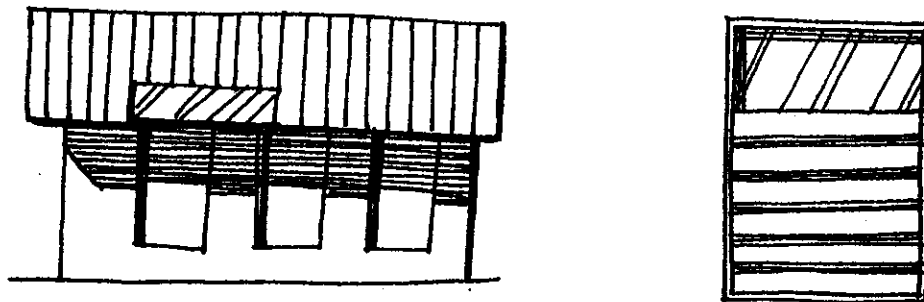
VENTILACION

La ventilación facilita la evaporación cuando la temperatura del aire es alta. El clima en las sub-regiones casi nunca supera la temperatura de la piel y puede ser modificado en el interior de los ambientes mediante la formación de flujos de aire. Para que el flujo sea eficiente se necesita tener la ventilación cruzada y las aberturas situadas en los muros a favor del viento.



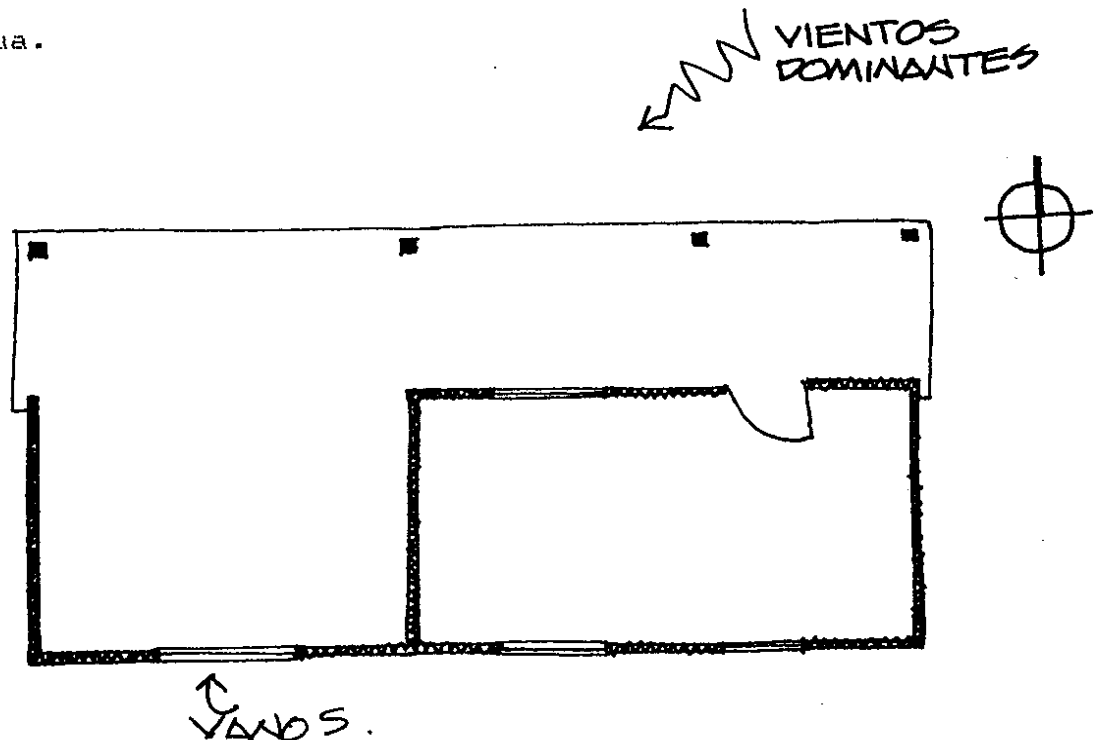
ABERTURAS

Las aberturas tienen un rango del 25% al 80% del área del muro, y no necesita de un vidrio más que del 15% al 20% del área del muro.



POSICION DE LAS ABERTURAS

Las aberturas deben ubicarse en los muros Norte y Sur, o bien en los muros N-NE " S-SO a la altura del cuerpo. Esto beneficia al purificador al tener una ventilación sobre el colector, al aumentar las diferencias de temperatura sobre el mismo, provocando así un mayor rendimiento al condensarse el agua.

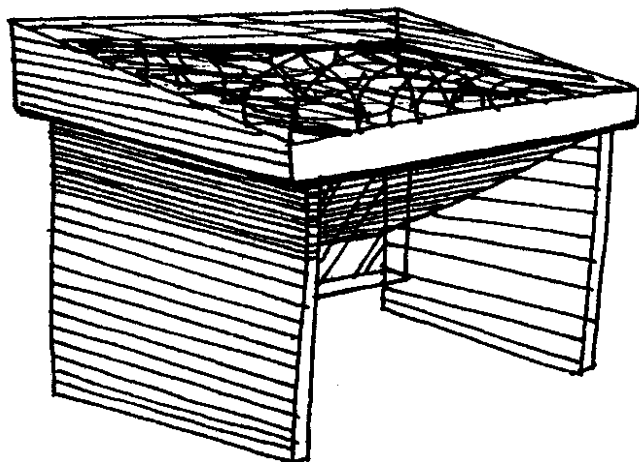


PLANTA

PROTECCION DE LAS ABERTURAS

Es necesario adoptar dispositivos contra la penetración de la radiación solar en los ambientes, durante los meses más calurosos de año; sin embargo, en cada caso se deber analizar de acuerdo a la carta solar.

La combinación de los parteluces verticales y horizontales proporciona los mejores resultados protegiendo durante todo el día.

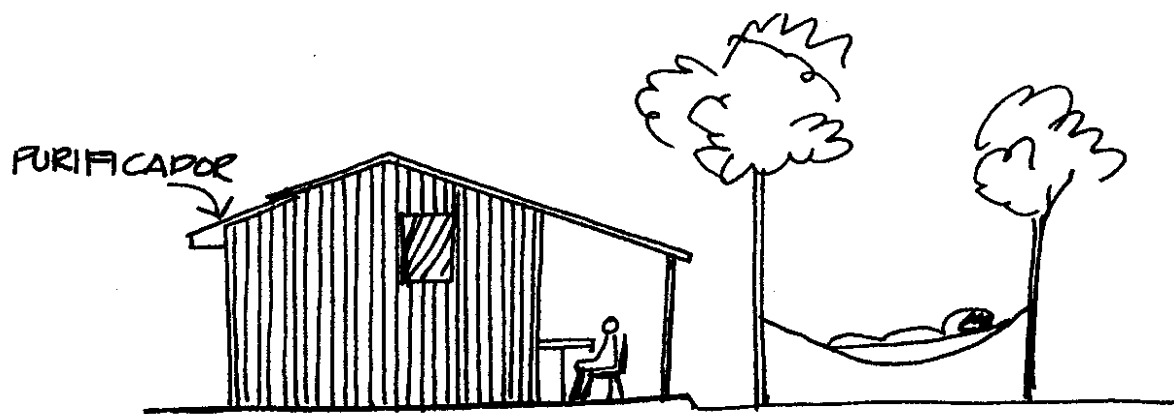


SEGUNDA OPCION:

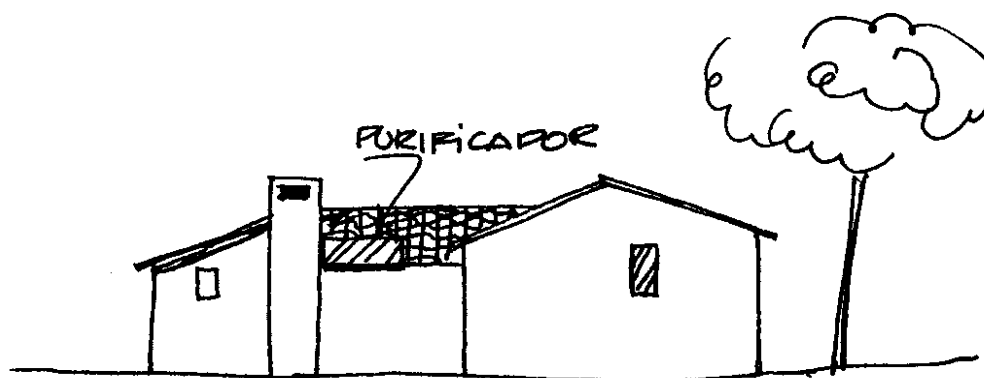
Ubicación del purificador solar funcionando como parteluz horizontal en los vanos de ventana y así lograr un confort de la vivienda mediante el control ambiental.

PLANIFICACION INTERIOR

La planificación interior es importante y de ella depende también el confort de la vivienda. Esto se logra con plantas y colores claros, procurando que la vegetación detenga la radiación solar y el polvo, antes de entrar el aire en los ambientes internos. En la región se realizan actividades cotidianas en los espacios abiertos y semiabiertos, por lo cual es conveniente planificar tomando en cuenta estas actividades.

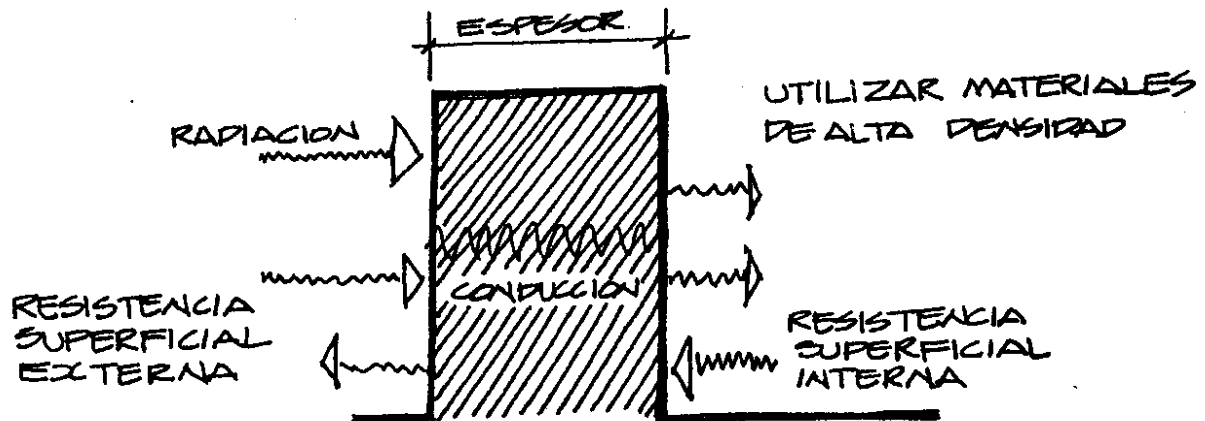


Las cocinas provocan calor y alguna contaminación en la vivienda, conviene por lo tanto, ubicarla de forma tal que no afecte los ambientes de estar y dormir.



MUROS

Grupo A: Este grupo requiere muros pesados y de elevada capacidad calorífica, debido a que se necesita almacenamiento térmico por un período superior a los 2 meses.

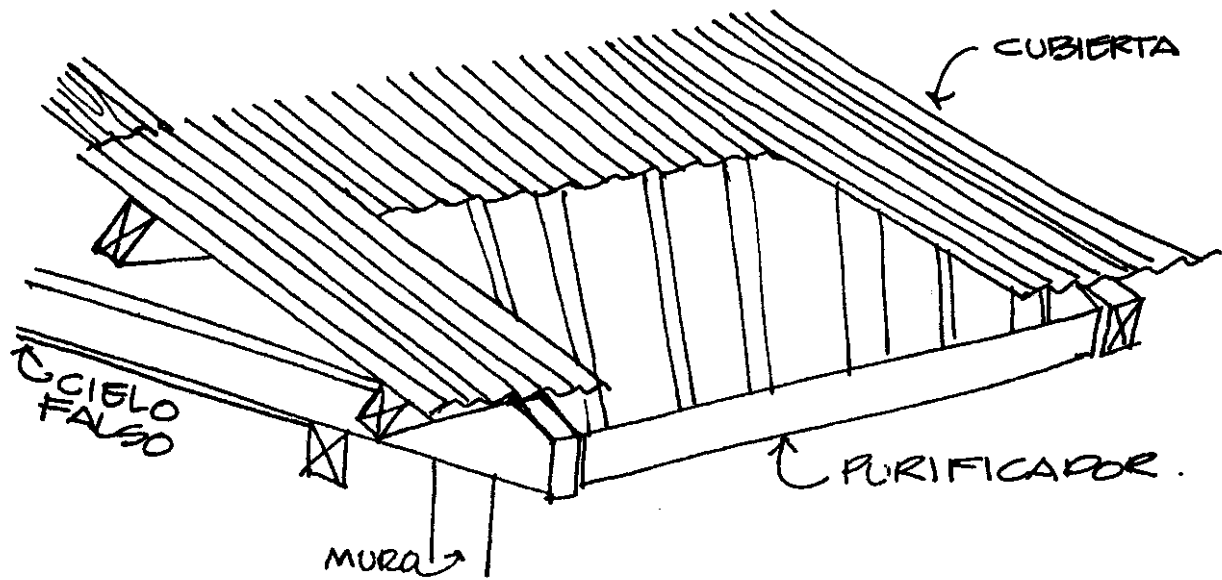
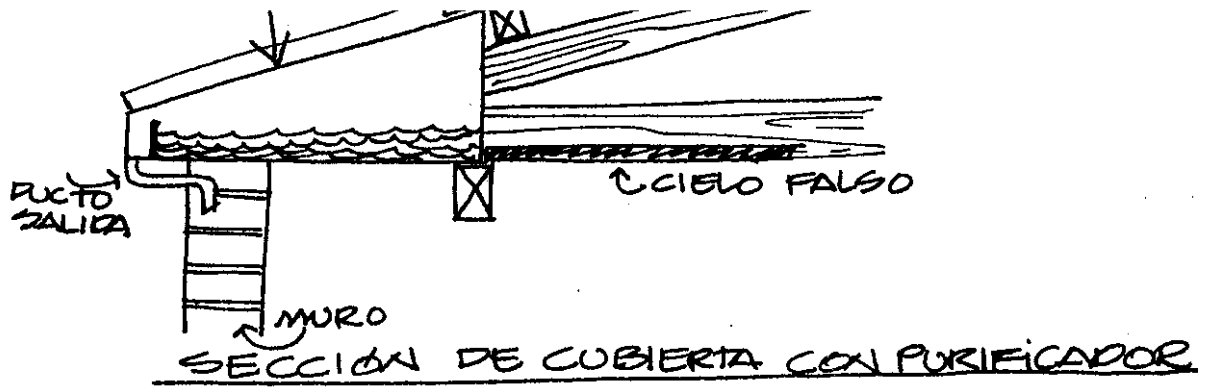


ADECUACION TERMICA DE MUROS:

Adobe de soga sin recubrimiento, bajareque sin recubrimiento, block de 20 Cm. de ancho con recubrimiento y piedra con espesor de 20 Cm. y con recubrimiento.

CUBIERTAS

Se deben diseñar cubiertas ligeras y con aislamiento térmico, para que no se recaliente al disminuir la ventilación. Al ubicar el purificador solar en la cubierta, se tendrá un beneficio térmico dentro de la misma, al no permitir el paso del calor durante el día y al permitir en horas de la mañana la convección térmica dentro de la vivienda.

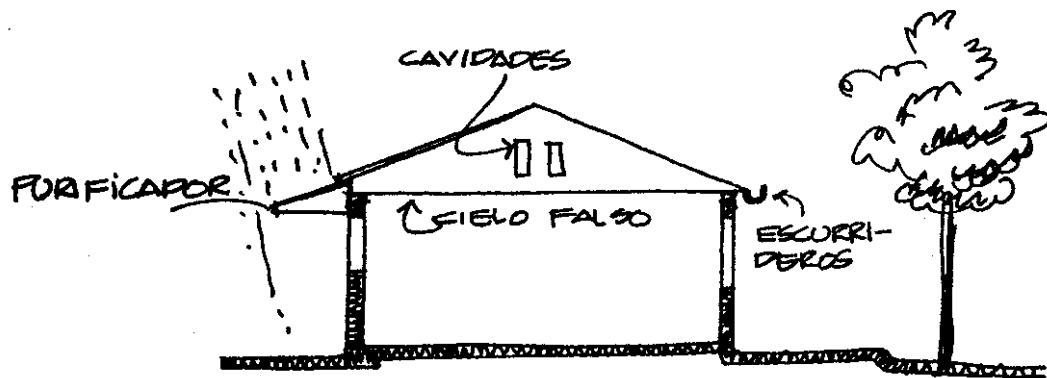


PROTECCION CONTRA LA LLUVIA

Durante las precipitaciones la temperatura desciende ligeramente, pero la humedad se mantiene alta, lo cual hace necesario que exista movimiento de aire. El uso adecuado de los voladizos protege la vivienda de la lluvia y permite la ventilación adecuada. Las cubiertas recomendadas son: paja o palma con

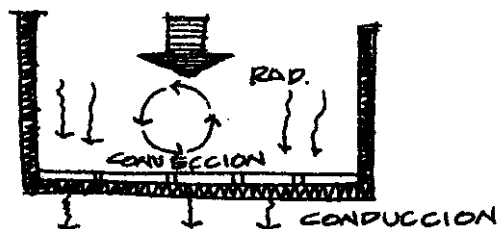
cielo falso de machiembre y asbesto cemento con cielo falso de duroport.

Al instalar el purificador de agua como parteluz horizontal en los vanos de puertas y ventanas protegerá tanto del sol como de la lluvia, pasando a ser parte integral de la vivienda.



PISOS

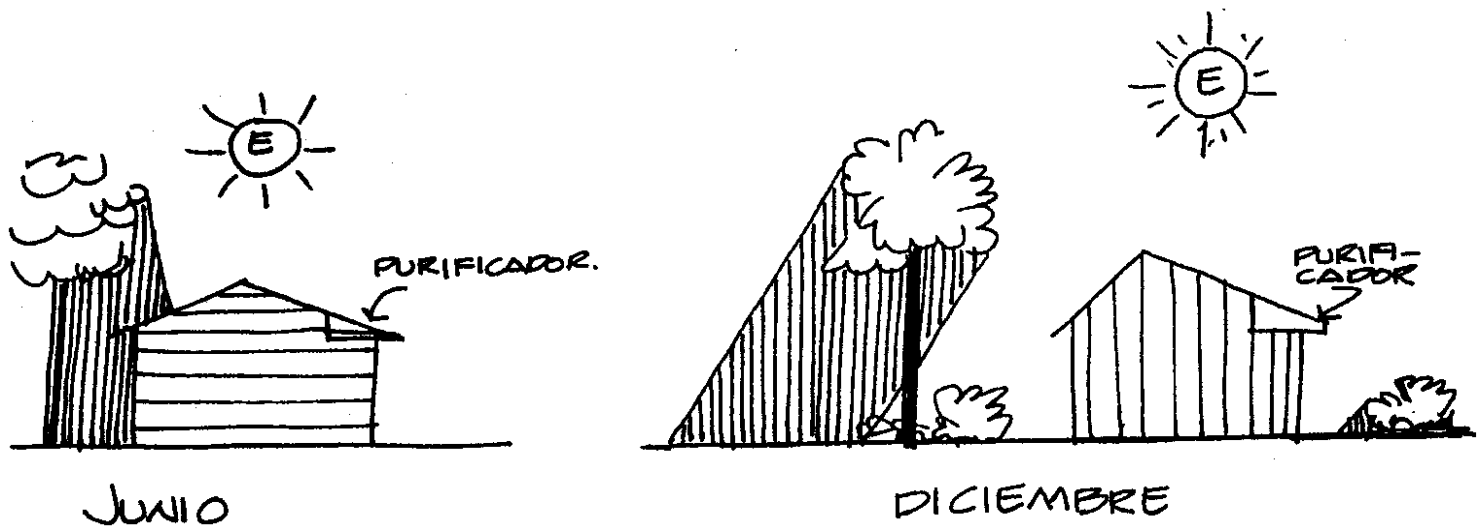
Utilizar pisos de densidad mediana, son los que mejor se adecúan al clima cálido, siendo el recomendado el de baldosa de barro. Al utilizar la baldosa de barro y ubicar sobre la misma el depósito de agua, permitirá al agua pura bajar la temperatura y el aire caliente subirá nuevamente al purificador logrando, así una mayor eficiencia del mismo.



VEGETACION

La vegetación es un elemento básico en el diseño climático, debido a que contribuye a mantener el confort en las edificaciones y detiene el polvo, dosifica las radiaciones de onda corta y atenúa el deslumbramiento.

Para la ubicación de la vegetación se deberá tener cuidado de que no cause sombra sobre el purificador solar, tanto en la estación de verano como en la de invierno.



7.7 UBICACION DEL PURIFICADOR SOLAR EN LA VIVIENDA

A continuación se estudia la mejor ubicación del purificador solar de acuerdo a los criterios de diseño climático descritos anteriormente y su relación con las actividades afines dentro de la vivienda. Se plantearon dos opciones:

- a. La ubicación en la cubierta de la vivienda con orientación sur.

- b. La ubicación como parteluz horizontal, sustentado por los parteluces verticales para el control climático de la vivienda con orientación sur.

En ambas opciones se tienen las siguientes ventajas y cuidados en los criterios de diseño:

- a) La orientación sur permite la mayor cantidad de radiación solar durante el invierno y época fría, promediando así el rendimiento con la época de verano, cuando el sol se inclina hacia el norte recibiendo la mayor cantidad de sol durante el día.
- b) La ventilación sobre el colector acentúa la diferencia de temperatura, lo cual permite una mayor condensación.
- c) La separación entre edificios permite la radiación directa sobre el colector, evitando sombras de las edificaciones.
- d) Las formas alargadas sobre el eje este-oeste permite una mayor área del colector y su ubicación dentro del espacio interno con mayor flexibilidad.
- e) El porcentaje de aberturas permite la adaptación del purificador en los vanos de ventanas.
- f) Se debe tener cuidado cuando se ubiquen los árboles o el

purificador, para que la sombra del árbol no se proyecte sobre el purificador.

- C. Se debe tomar en cuenta la operación del purificador solar. Para esto se recordará que el ambiente que tiene una relación directa con el mismo es la cocina. A continuación se analiza cuál de las dos opciones se adapta mejor espacial y constructivamente a la vivienda:

Al observar a nivel antropométrico la opción No. 1 y 2 de ubicarlo como parteluz horizontal ofrece facilidad de operación, por la altura de carga del purificador. Si éste se ubicara en el techo, sería en el corredor, cuya altura permite la operación del purificador. Si se ubicara en el techo se deberá de adoptar la pendiente del 20% al 30% del asbesto cemento, o bien del 30% al 45% de la paja o la palma. También habría que reforzar la estructura del artesón.

RESUMEN DE LA UBICACION DEL PURIFICADOR

- A) Se relaciona directamente con el ambiente de la cocina.
- B) La mejor opción de ubicación es como parteluz horizontal o integrado al techo del corredor.
- C) La orientación sobre la fachada Sur es conveniente.
- D) La cocina no debe llevar calor a los ambientes de dormir y estar.
- E) La ventilación será cruzada y a la altura del cuerpo humano.

F) La altura del purificador debe permitir su manejo fácilmente por el ama de casa.

De acuerdo a las recomendaciones de diseño y a los elementos para la integración del purificador solar a la vivienda, se propone un modelo en una vivienda rural como se muestra a continuación.

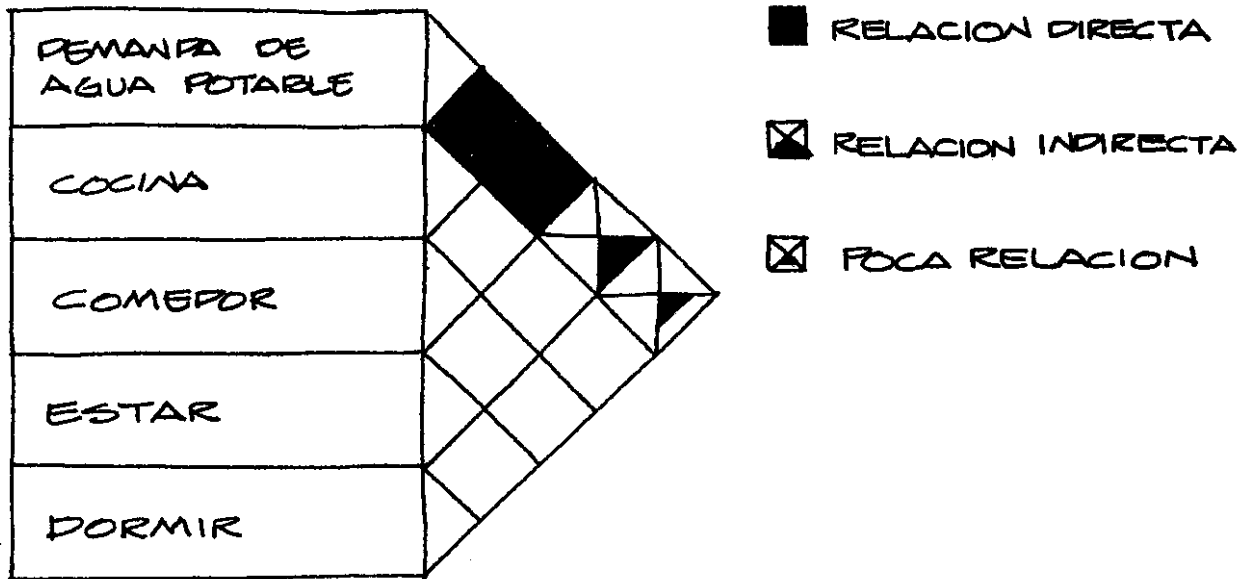


DIAGRAMA DE RELACIONES

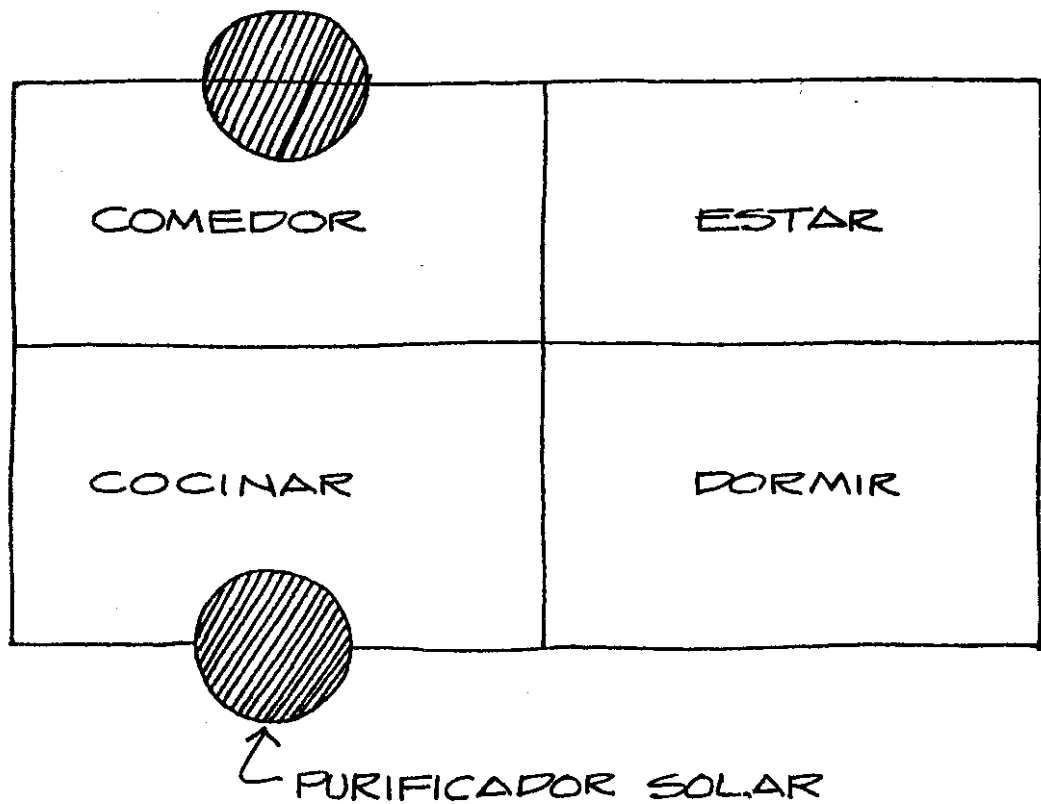
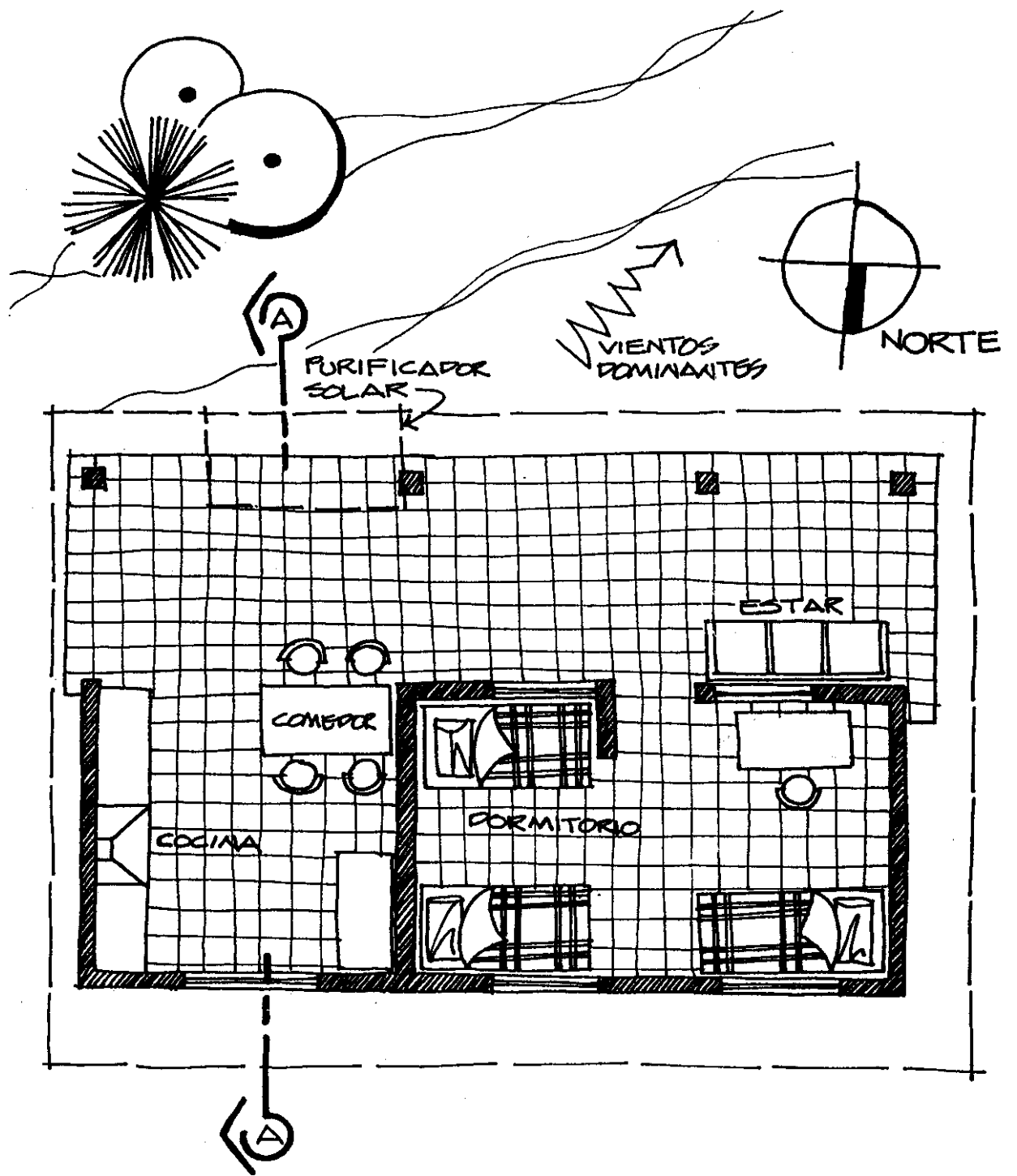
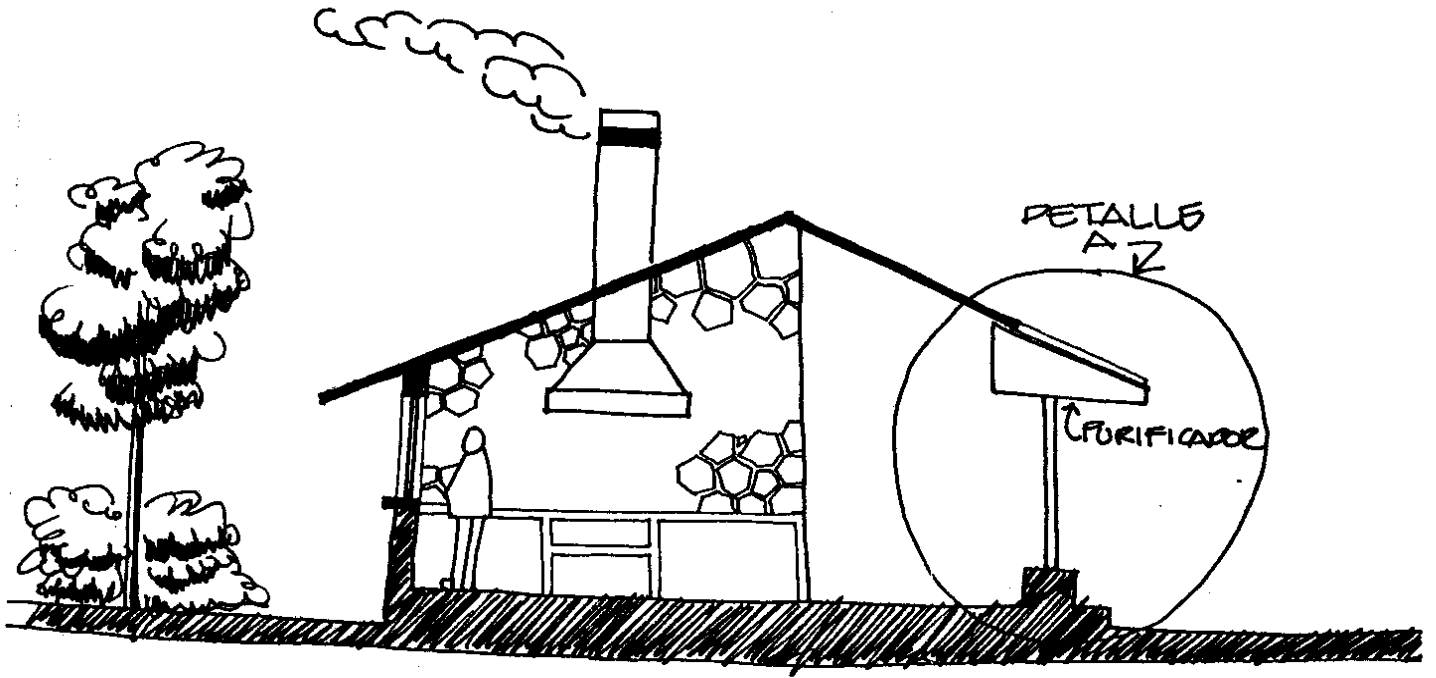


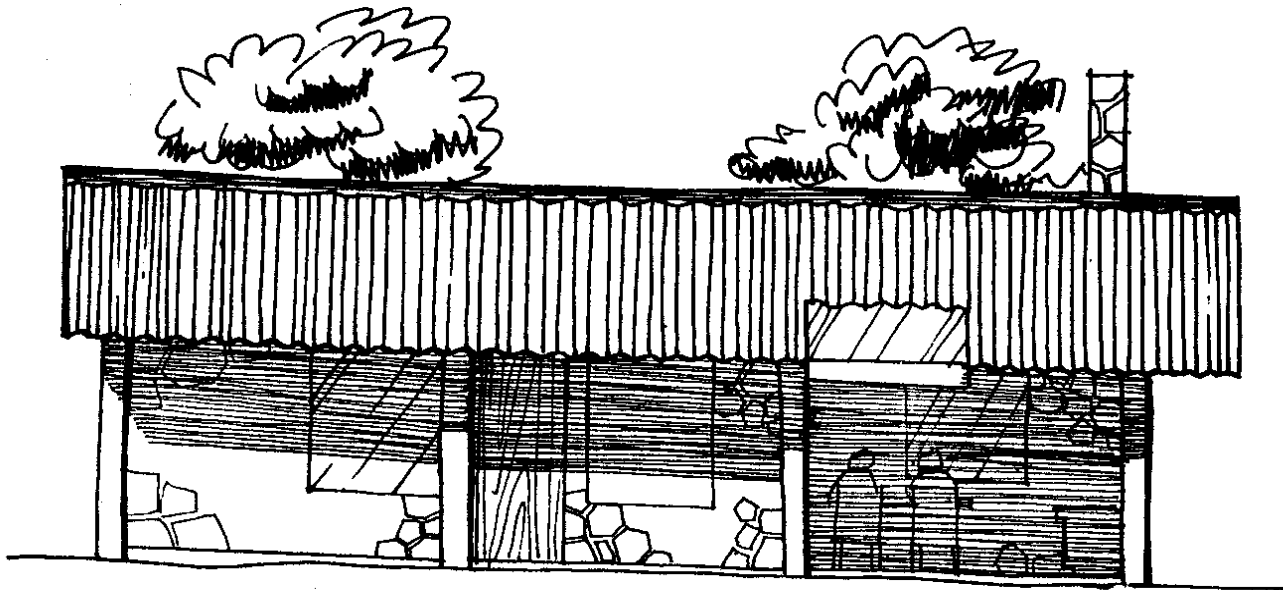
DIAGRAMA DE BLOQUES



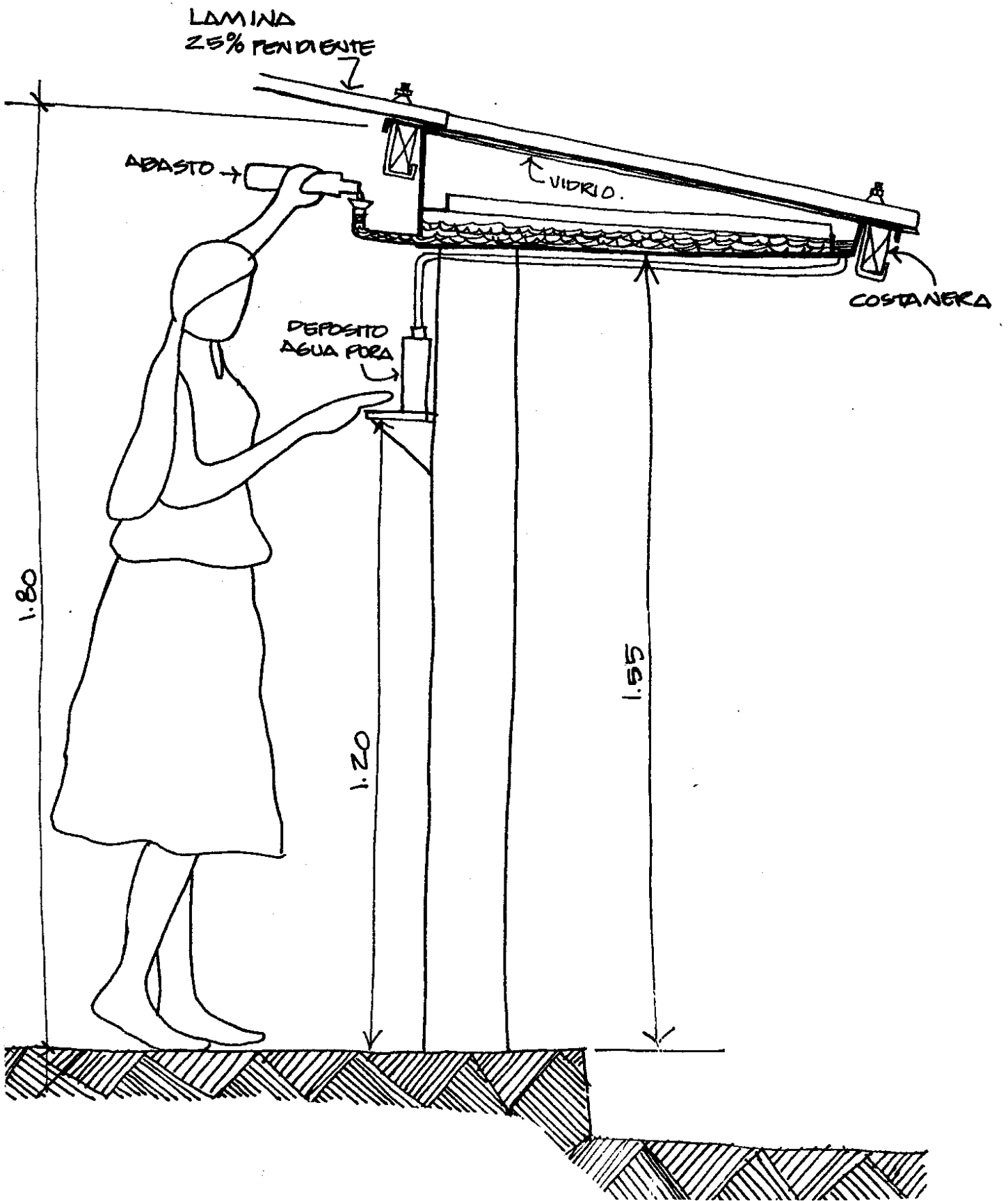
PLANTA
 VIVIENDA RURAL PROPUESTA
 CHORTI, CHIQUIMULA.



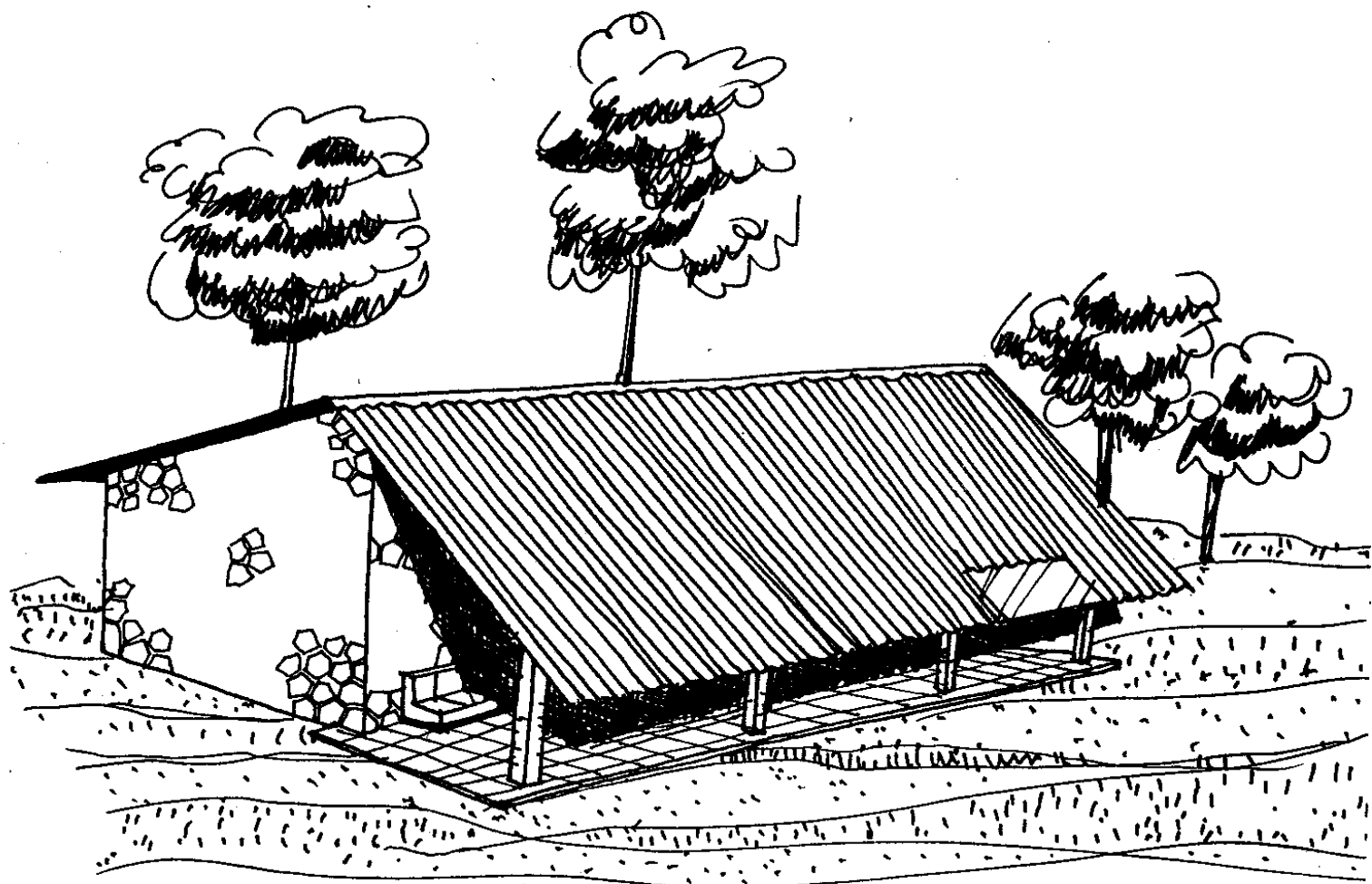
SECCION A-A



ELEVACION SUR

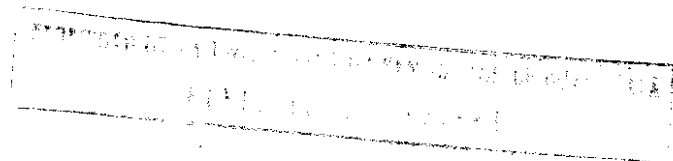


DETALLE A.



PERSPECTIVA SUR

Como se puede observar, la utilización de la energía solar para la vivienda bio-climática es un campo amplio en el que existe mucho trabajo a desarrollar en beneficio de los usuarios y en armonía con el medio ambiente. La integración del purificador solar a la vivienda es posible en su rendimiento, en su relación espacial interna y en su construcción, dependiendo en cada caso en particular, del análisis climático y cultural, así como de la creatividad del arquitecto en el uso de los materiales, adaptándose a las diferentes zonas de vida que existen en nuestro país, teniendo al Sol como fuente de energía.



Glosario de Terminos

GLOSARIO DE TERMINOS

COLECTOR:

Los colectores son grandes superficies de vidrio o de plástico a través de los cuales penetra la luz solar.

ABSORBEDOR:

Es la superficie oscura del elemento acumulador. Esta superficie que puede ser un muro, el suelo o un recipiente de agua, se encuentra en el lugar de incidencia de la luz solar. La radiación solar cae sobre la superficie y es transformada en calor.

ACUMULADOR:

Como materias acumuladoras actúan aquellos materiales que por su alto peso específico, absorben el calor que se produce sobre el absorbedor a raíz de la luz solar. El acumulador es calentado por medio de la conducción térmica del absorbedor.

AISLAMIENTO:

Son materias con alta resistencia al paso del calor. Impide en medios fríos pérdidas térmicas por conducción y reduce en medios cálidos la captación del calor. Aislamientos móviles son necesarios para retener la radiación térmica de onda larga producida en el interior del edificio.

ACRISTALAMIENTO:

Material permeable para los rayos solares. Se utiliza para dejar penetrar y captar la radiación solar.

MASAS TERMICAS:

Son materiales pesados con hormigón, piedra, agua, etc., que ayudan a almacenar la energía térmica.

CONVECCION NATURAL:

Es el movimiento natural del aire logrado por masas de aire adyacentes de distinta temperatura. Esto se puede lograr con mayor facilidad cuando el lugar más cálido y la fuente de calor están situados por debajo de los lugares más fríos en los que se necesita calor.

CONDUCCION DE CALOR:

Es la transmisión de energía térmica dentro de materias. Se efectúa desde el lugar más caliente hasta el más frío. Mientras mayor es la diferencia y más pesado es el material, tanto más rápido resulta el desplazamiento de la energía.

ESTRATIFICACION DE AIRE:

El aire caliente asciende porque es más liviano que el frío.

EVAPORACION:

Cuando el agua y el aire están en contacto y la humedad relativa del aire es menor que el 100%, el agua se evapora. La energía necesaria para la evaporación del agua, reduce la temperatura del aire. La cantidad de agua adicional aumenta la humedad del aire.

Este proceso de refrigeración es el principio que subyace a los refrigeradores, por evaporación.

TERMOCIRCULACION:

Los fluidos o el aire se hacen más ligeros y ascienden cuando son calentados (como en las chimeneas). Esta fuerza motriz se puede utilizar para hacer circular aire caliente desde un colector hasta un acumulador. Cuando el aire o líquido fluye en este circuito permanentemente, similar a un círculo, se habla de termocirculación.

Bibliografia

BIBLIOGRAFIA

1. Osmar Eleazar Velasco López
La Tecnología apropiada y su aplicación a la Arquitectura
Tesis de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de
San Carlos de Guatemala, Noviembre de 1982. Guatemala, C.A.

- 2) Patrick Bardou, Arzoumanian
Sol y Arquitectura. 2da. Tecnología y Arquitectura
Barcelona, Gustavo Gili 1981.

- 3) Bruce Anderson/Malcolmy Wells
Guía Fácil de la Energía Solar Pasiva
Colección Alternativas, Ediciones Gustavo Gili, S.A.
México 1984

- 4) Déficit de la Vivienda en Guatemala
Banco Nacional de la Vivienda BANVI, Programa de Gobierno
1986.

- 5) Secretaría General de Planificación Económica
Ministerio de Energía y Minas
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
Proyecto de Planificación Energética (Gua-81-002)

- 6) Simposio Internacional sobre Protección del Medio Ambiente y
los Recursos Naturales. Instituto Italo-Latino Americano
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Auditorio del Ext. México 24-28 abril de 1972
Italia Roma

- 7) Revista ICAITI
Año 1, No. 1 Enero-marzo 1985
Guatemala, Centro América
- 8) David Wright, PP. 125-6
Natural Solar Architecture
2da. Edición, Barcelona, Gustavo Gili 1981
- 9) Brace Research Institute
Macdonald College of Mc Gill University
Ste. Anne de Bellewe P.Q.
H9 x ICO Canadá
A HAND BOOK ON APPROPRIATE TECHNOLOGY
Ottowa, Canadá
Second Edition, April 1979
- 10) Grupo III Destilador de Agua Potable
Curso de Control Ambiental II, Facultad de Arquitectura
Primer Semestre 1987
- 11) Oscar Leiva Orellana
Criterios de diseño climático para edificaciones en la
región del altiplano oriental del país.
Subregiones Jalapa Chortí
Tesis de la Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

- 12) Eduardo Aguilar Arrivillaga
Estudio de la Vivienda en Guatemala
Colección Aula Editorial Universitaria
Universidad de San Carlos de Guatemala 1980
- 13) Naciones Unidas Nueva York
El Clima y el Diseño de Casas
Reproducido Centro de Investigaciones de Ingeniería
Guatemala, Centro América
- 14) José Luis Gándara
El Clima en el Diseño
Documento de Control Ambiental 1, Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala, 1983, Guatemala C.A.
- 15) Wachberger Michael y Hedy
CONSTRUIR CON EL SOL. Utilización de la energía solar pasiva
Editorial Gustavo Gili, S.A.
Rosellon Barcelona
- 16) Farinton Daniels
USO DIRECTO DE LA ENERGIA SOLAR
H. Bume Ediciones
Rosario, Madrid
Septiembre de 1984, Guatemala C.A.

Anexo 1

ANEXO No 1

A continuación se presentan las Figuras No. 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38, que muestran las tablas que sirvieron para calcular la radiación solar, como el mapa de radiación solar de la república de Guatemala, utilizando el modelo Amgstrom.

-	Donde	H	=	$H_o [a + b (n/N)]$
		H	=	Radiación global diaria sobre una base horizontal
		H_o	=	Radiación solar extraterrestre
		n,N	=	Fracción de máximo posible brillo solar
		a,b	=	Constantes climáticas

TABLA No. 1

Describe las constantes climáticas para 10 estaciones meteorológicas y el coeficiente de correlación r. Estas constantes son usadas para estimar H.

TABLA 1
CONSTANTES CLIMATICAS

No.	Estación	Tipo de Clima	a	b	a + b	r
1	Panzos	A' a Ar	0.21	0.52	0.73	0.86
2	Montúfar	A' a Bi	0.35	0.30	0.65	0.81
3	El Porvenir	A' a Br	0.36	0.28	0.64	0.67
4	Observatorio Nacional	B' 2b' Bi	0.33	0.52	0.85	0.96
5	Huehuetenango	B' 2b' Bi	0.43	0.46	0.89	0.90
6	Esquipulas	A' b' Bi	0.37	0.41	0.78	0.91
7	Labor Ovalle	B' 3b' Bi	0.27	0.59	0.86	0.95
8	La Fragua	A' b' Dio	0.38	0.37	0.75	0.80
9	Cobán	B' 2b' Ar	0.20	0.56	0.76	0.95
10	Puerto Barrios	A' b' Ar	0.51	0.02	0.53	0.02

Fuente:

Guatemala Solar Map.
Edwin Bracamonte Orozco

Figura No. 32

MAPA SOLAR Y TIPO DE CLIMA:

En la tabla 2 se describe la clasificación del clima por las estaciones estudiadas y las constantes climáticas utilizadas en cada caso (Figura 33).

TABLA 2
TIPOS DE CLIMA SEGUN EL SISTEMA THORNTHWAITTE

No.	Estación	Tipo de Clima	CONSTANTES	
			a	b
1	Los Brillantes	A' a' Ar	0.21	0.52
2	Panzos	A' a' Ar	0.21	0.52
3	Montúfar	A' a' Bi	0.35	0.30
4	San José Aeropuerto	A' a' Bi	0.35	0.30
5	Asunción Mita	A' a' Bi	0.35	0.30
6	San Agustín Chixoy	A' a' Br	0.36	0.28
7	El Porvenir	A' a' Br	0.36	0.28
8	Estación Urrutia	A' a' Br	0.36	0.28
9	San Pedro Mactún	A' a' Br	0.36	0.28
10	Observatorio Nac.	B' 2b' Bi	0.33	0.52
11	El Capitán	B' 2b' Bi	0.38*	0.49*
12	Panajachel	B' 2b' Bi	0.38*	0.49*
13	Zunil	B' 2b' Bi	0.38*	0.49*
14	Chiquila	B' 2b' Bi	0.38*	0.49*
15	Huehuetenango	B' 2b' Bi	0.43	0.46
16	Esquipulas	A' b' Bi	0.37	0.41
17	Labor Ovalle	B' 3b' Bi	0.27	0.59
18	La Fragua	A' b' Dio	0.38	0.37
19	Cobán	B' 2b' Ar	0.20	0.56
20	Puerto Barrios	A' b' Ar	0.51	0.02

* Promediados utilizando las constantes para las estaciones 10 y 15

FIGURA 33

Fuente:

Guatemalan Solar Map

TABLA 3

SISTEMA DE SIMBOLOGIA THORNTHWAITE

JERARQUIA DE TEMPERATURA

INDICE	SIMBOLO	TIPO DE CLIMA
I' > 128	A'	Cálido
102 a 127	B'	Semicálido
80 a 100	B'2	Moderado
64 a 79	B'3	Semicálido
32	C'	Frio
16 a 31	D'	Taiga
1 a 15	E'	Tundra

VARIACIONES DE TEMPERATURA

PORCENTAJE	SIMBOLO	TIPO DE CLIMA
25 a 34	a'	Estación fría no definida
35 a 49	b'	Invierno benigno
50 a 69	c'	Invierno fuerte
70 a 99	d'	Invierno muy fuerte
100	e'	Invierno fuertísimo

JERARQUIA DE HUMEDAD

INDICE	SIMBOLO	TIPO DE CLIMA	VEGETACION NATURAL
I > 128	A	Bastante húmedo	Jungla
64 a 127	B	Húmedo	Bosque
50 a 69	C	Semi seco	Pradera
70 a 99	D	Seco	Estepa
100	E	Muy seco	Desierto

DISTRIBUCION DE LLUVIA

INDICE ESTACIONAL	SIMBOLO	TIPO DE CLIMA
Todo > 4	r	Clima seco no definido
i < 4	i	Invierno seco
p < 4	p	Primavera seca
v < 4	v	Verano seco
o < 4	o	Otoño
Todo < 4	d	Lluvia insuficiente en todas las estaciones

Figura 34

Fuente:

Atlas climatológico de la República de Guatemala, INSIVUMEH 1980

MAPA SOLAR

RADIACION SOLAR DIARIA (H) Kw/m²-día



FIGURA 35

POTENCIAL DE VIENTO EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 PROMEDIO MENSUAL

No	ESTACION	VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	PUERTO BARRIOS, IZABAL	V(m/s)	5.6	6.1	6.2	5.9	5.3	5.4	5.4	5.2	5.4	5.5	5.6	5.6
		RND(m/s)	1.9	2	2.1	1.8	1.5	1.5	1.5	1.1	1.9	1.7	1.8	1.9
		P/A(W/m2)	115.9	134.9	140.7	125.3	88	96.8	96.5	86.3	92.8	98.5	107	106.9
		Calma	38.5%	35.2%	34.8%	34.3%	38.5%	34.7%	34.7%	35.7%	36.8%	36.9%	37.2%	39.0%
2	SANTA ELENA, PETEN	V(m/s)	3.5	4.1	4.1	4.1	4	3.9	4	3.7	3.7	3.4	3.5	3.7
		RND(m/s)	0.9	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1	1	0.9	0.8	1
		P/A(W/m2)	26.7	40.4	40.6	41.3	39.7	36.2	39.5	30.9	29.5	23.6	25.2	31.1
		Calma	67.7%	59.0%	45.6%	38.0%	48.1%	63.8%	68.6%	71.6%	68.7%	68.0%	67.5%	70.0%
3	HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO	V(m/s)	5.7	5.8	6.7	6.2	5.4	5.9	6.2	6	5	5.1	5.1	5.8
		RND(m/s)	1.6	1.5	1.9	1.8	1.5	1.6	1.6	1.6	1.3	1.3	1.3	1.6
		P/A(W/m2)	109.2	116.3	181.6	165.4	90.5	124.9	140.8	124.6	76.5	80.1	78.9	116.5
		Calma	67.4%	64.2%	64.8%	69.0%	75.9%	73.1%	58.3%	62.0%	70.4%	73.9%	76.5%	69.7%
4	RETALHULEU, RETALHULEU	V(m/s)	4.7	5.1	4.7	4.1	4.2	3.9	4.4	4.2	4.5	4.3	4.1	4.2
		RND(m/s)	1.2	1.5	1.3	1	1.1	1	1.3	1.1	1.2	1.1	0.9	1
		P/A(W/m2)	62.7	81.9	63.9	40.3	45.1	35.8	52.3	41.2	55.9	47.4	40.7	45.8
		Calma	38.7%	36.3%	36.7%	42.0%	51.0%	56.6%	56.5%	50.8%	50.4%	50.7%	49.5%	41.0%
5	SAN JOSE, ESCUINTLA	V(m/s)	5.4	5.8	6	5.9	5.4	5	5.1	5.2	5.4	5.1	4.8	5.1
		RND(m/s)	1.3	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3	1.2	1.3
		P/A(W/m2)	95.2	120	132.7	121.9	92.4	76.6	80.2	80.4	93.7	77.5	68.4	80.5
		Calma	57.2%	53.5%	50.6%	50.9%	47.2%	47.4%	47.4%	47.9%	48.6%	51.4%	59.2%	59.4%
6	GUATEMALA, GUATEMALA	V(m/s)	7.4	7.3	6.8	6.1	5.4	5.2	5.9	5.6	5.1	5.9	7	7.6
		RND(m/s)	2	2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.5	1.6	2.1
		P/A(W/m2)	242.2	232.7	186.6	136.7	92.2	84.4	120.4	115.6	78.7	125.8	204.5	262.6
		Calma	10.0%	10.0%	14.2%	16.4%	21.0%	21.8%	11.0%	17.3%	20.0%	9.3%	7.4%	7.7%
7	POPTUN, PETEN	V(m/s)	4.7	5.2	5.4	5.1	5.2	4.5	4.6	4.6	4.5	4.4	4.5	4.9
		RND(m/s)	1.2	1.6	1.4	1.3	1.5	1.1	1.1	1.1	1	1.2	1.1	1.4
		P/A(W/m2)	63.6	83.5	94.3	79.4	85.1	53.4	57.9	59.2	54.2	52.5	52.9	69.1
		Calma	47.0%	49.6%	33.8%	32.4%	34.3%	55.1%	48.0%	57.3%	58.6%	54.4%	47.3%	46.1%
1	PUERTO BARRIOS, 01-08 h	V(m/s)	6.1	6.7	5.6	4.9	4.5	5	4.9	5.1	5.6	6	5.9	5.8
		RND(m/s)	2.4	2.8	2.1	1.9	1.6	1.6	1.5	1.7	2.1	2.1	2.2	2.2
		P/A(W/m2)	137.2	184.4	104.1	70.7	56.2	73.4	71.3	76.7	107.6	126.1	124.9	116.8
		Calma	65.6%	67.5%	72.4%	68.5%	73.9%	61.1%	64.2%	64.6%	65.1%	65.2%	59.2%	62.9%
	09-12 h	V(m/s)	6.2	6.5	5.9	4.8	4.7	4.7	4.5	4.9	5.5	4.6	6.9	6.7
		RND(m/s)	2.2	2.5	2.4	1.7	1.7	1.4	1.3	1.4	2.1	0.7	2.8	2.8
		P/A(W/m2)	141.7	163.7	137.6	66.6	61.1	63.4	55.9	69.9	98.5	66.9	196.8	184.4
		Calma	56.6%	51.1%	56.7%	59.3%	64.7%	62.1%	69.7%	54.9%	54.2%	53.6%	47.8%	55.4%
	13-16 h	V(m/s)	5.5	5.9	5.3	5.1	4.4	4.3	4.2	4.3	5.2	5.5	5.5	5.5
		RND(m/s)	2	2.3	2	1.6	1.2	1.1	1	1	2	1.8	1.8	2
		P/A(W/m2)	102	124.2	91.6	80.5	49.7	49	43.3	43.2	84.3	102.5	100.6	98.2
		Calma	41.9%	41.8%	41.0%	39.3%	44.3%	42.4%	43.1%	43.0%	41.2%	37.2%	39.2%	42.4%

FIGURA 36

17-20 h	V(m/s)	5.6	6.1	6.7	6.5	5.7	5.8	5.7	5.4	5.6	5.4	5.5	5.6
	RHD(m/s)	1.7	1.7	2	1.6	1.3	1.5	1.4	1.2	1.8	1.5	1.5	1.6
	P/A(W/m2)	116.4	134.1	179.9	162.7	109.5	119.2	113.4	92.8	102.7	94.1	99	104.4
	Calma	7.1%	6.4%	2.4%	2.6%	3.7%	5.6%	5.4%	5.9%	5.4%	7.5%	9.8%	10.8%
21-24 h	V(m/s)	5.6	5.6	6.2	6.2	5.5	5.9	6	5.6	4.9	5.1	5.1	5.1
	RHD(m/s)	1.8	1.6	1.9	1.7	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.6	1.6	1.5
	P/A(W/m2)	107	108	140.7	142.6	96	122.6	131.4	105.2	72.7	81.9	81.6	78.5
	Calma	24.5%	19.7%	93.4%	84.0%	15.0%	15.0%	14.1%	16.5%	26.7%	29.9%	36.0%	30.6%
3 HUEHUETENANGO 17-20 h	V(m/s)	5.6	5.5	6.6	6	5.1	6	6.5	6.3	5.5	5.3	5.2	6
	RHD(m/s)	1.5	1.4	2	1.8	1.4	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.4	1.7
	P/A(W/m2)	103.7	102	176.3	130.4	78.3	132.5	163.4	147.4	101.6	86.7	82	130.8
	Calma	39.1%	35.9%	40.0%	65.3%	58.0%	46.4%	19.3%	22.4%	33.0%	42.0%	49.1%	34.0%
21-24 h	V(m/s)	6.2	6.4	7.2	7.3	5.8	6.3	6.4	6.3	5.1	5.2	5.3	5.9
	RHD(m/s)	1.6	1.4	1.7	2	1.5	1.6	1.5	1.6	1.2	1.3	1.3	1.5
	P/A(W/m2)	142.4	154.2	225.4	219.6	119.1	150.7	161	150.4	86.1	86.1	88.5	126.2
	Calma	13.8%	12.5%	14.3%	56.4%	39.1%	44.5%	26.8%	22.3%	40.5%	37.9%	32.0%	19.1%
5 SAN JOSE 01-08 h	V(m/s)	4.4	5	4.4	4.4	4.9	4.9	5.2	5.4	5.3	5.1	4	4.3
	RHD(m/s)	1.3	1.9	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.5	1.1	1.3
	P/A(W/m2)	51	75	51.8	51.4	68.8	70.9	85.2	95.3	69.4	79.6	37.8	47.2
	Calma	89.2%	87.1%	85.1%	80.0%	71.6%	70.5%	70.3%	72.9%	74.0%	75.5%	87.7%	90.2%
09-12 h	V(m/s)	4.6	5.1	4	4.7	4.5	4.7	4.6	4.6	5.1	4.1	3.6	3.2
	RHD(m/s)	1.4	1.9	1.1	1.4	1.3	1.5	1.5	1.5	1.6	1.2	0.9	0.7
	P/A(W/m2)	59.8	80.5	37.4	62.7	54.1	62.8	56.4	58.9	78	41.6	28.6	19.2
	Calma	90.3%	87.4%	89.6%	92.9%	82.2%	82.0%	87.8%	86.3%	85.5%	87.3%	90.1%	90.4%
13-16 h	V(m/s)	4.5	4.9	4.3	3.7	4.3	4.1	4.2	4.2	4.3	3.6	4	3.8
	RHD(m/s)	1.4	1.7	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1	1	1
	P/A(W/m2)	53.8	69.4	49.4	61.6	48.7	40.8	43.2	45.1	46.9	34.2	37.8	33
	Calma	58.0%	52.6%	46.5%	46.6%	44.1%	46.8%	50.3%	43.0%	45.1%	49.5%	57.6%	61.6%
17-20 h	V(m/s)	5.9	6.2	6.7	6.6	5.9	5.4	5.3	5.4	5.8	5.5	5.2	5.4
	RHD(m/s)	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.1	1.2	1	1.3	1.2	0.9	1
	P/A(W/m2)	122.6	141.7	180	171.8	122.3	92.4	90	92.9	117.8	99.7	86	94.2
	Calma	5.8%	2.2%	0.0%	1.0%	3.0%	6.0%	6.0%	5.0%	6.0%	3.0%	4.0%	3.0%
21-24 h	V(m/s)	5.3	5.9	6.3	6	5.6	5.1	5.3	5.2	5.4	5.1	4.9	5.1
	RHD(m/s)	1.1	1.3	1.4	1.4	1.2	1.1	1.4	1.2	1.4	1.3	1.2	1.2
	P/A(W/m2)	91.7	120.7	149.6	127.7	102.6	81.2	68.4	82.1	96.2	78.4	69.8	79.1
	Calma	12.5%	6.0%	3.0%	4.0%	9.0%	15.8%	14.4%	10.0%	14.5%	18.3%	28.0%	20.7%
6 GUATEMALA 01-08 h	V(m/s)	6.9	6.6	6.4	6.9	4.7	4.8	5.4	5.3	4.6	5.4	6.4	7.2
	RHD(m/s)	1.9	1.9	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.6	2
	P/A(W/m2)	200	192.7	156.6	71.6	61.1	66.7	93.7	90.9	60	54.1	156.8	224.1
	Calma	12.1%	10.7%	18.3%	19.7%	27.4%	29.6%	15.7%	17.0%	24.7%	13.3%	8.0%	10.2%
09-12 h	V(m/s)	6.3	6.2	5.7	4.8	4.2	4.5	4.9	4.6	4.5	5	6	6.7
	RHD(m/s)	1.7	1.7	1.8	1.2	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.9
	P/A(W/m2)	153.2	143.6	109.4	64.6	44.8	54.3	70	66.5	54.4	76.2	132.2	177.7
	Calma	17.6%	16.5%	26.4%	33.0%	38.8%	33.1%	14.7%	16.7%	27.0%	13.6%	12.5%	12.4%

FIGURA 37

13-16 h	V(m/s)	7.5	7.5	6.4	5.8	5.2	5.1	6	5.9	5.1	6.2	7.3	7.7
	RHO(m/s)	2.1	2.1	1.9	1.6	1.4	1.2	1.4	1.4	1.3	1.6	1.9	2.2
	P/A(W/m2)	256.4	253.5	159.3	115.9	62.6	79.3	129.7	123	79.8	141.4	235	272.2
	Calma	11.7%	16.3%	15.4%	16.9%	23.2%	18.4%	7.0%	10.6%	17.9%	6.0%	8.0%	9.0%
17-20 h	V(m/s)	6.3	6	7.4	6.6	6	5.8	6.5	6.4	5.7	6.8	7.8	8.4
	RHO(m/s)	2.2	2	1.9	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.9	2.1
	P/A(W/m2)	238.8	310.5	238.7	175.3	129.1	114.9	166.1	158.8	112.7	185.6	287.4	357.8
	Calma	3.0%	4.0%	5.0%	5.0%	50.0%	9.0%	2.0%	3.0%	10.4%	2.0%	3.0%	2.0%
21-24 h	V(m/s)	7.7	7.7	7.5	6.9	6.1	5.6	6.3	6.2	5.4	6.2	7.4	7.9
	RHO(m/s)	1.9	1.7	1.7	1.4	1.3	1.4	1.6	1.4	1.3	1.4	1.8	2
	P/A(W/m2)	277.1	277.7	254.2	196.7	133.8	106.7	151	141.6	92.9	144.6	239.6	300.1
	Calma	2.0%	0.4%	1.0%	1.0%	3.0%	11.3%	9.0%	8.0%	15.3%	6.0%	2.0%	1.0%

V = Velocidad media del viento.

RHO =

P/A = Potencia del viento.

Calma = Porcentaje de tiempo en absoluta calma.

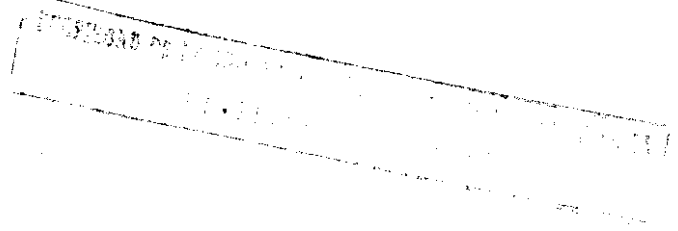
FUENTE: Analisis de Potencial de Viento
Ministerio de Energia y Minas

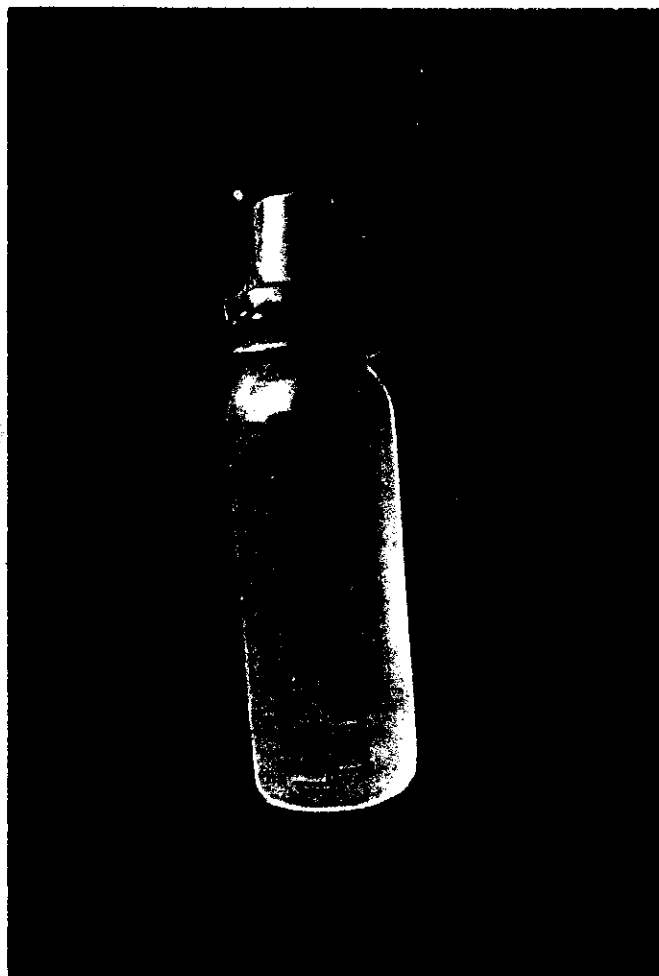
FIGURA 38

Anexo 2

ANEXO No 2

A continuación se muestra el modelo de la boleta a llenar (Tabla A), para los registros de la experimentación, los instrumentos que se utilizaron para el control y los resultados obtenidos:

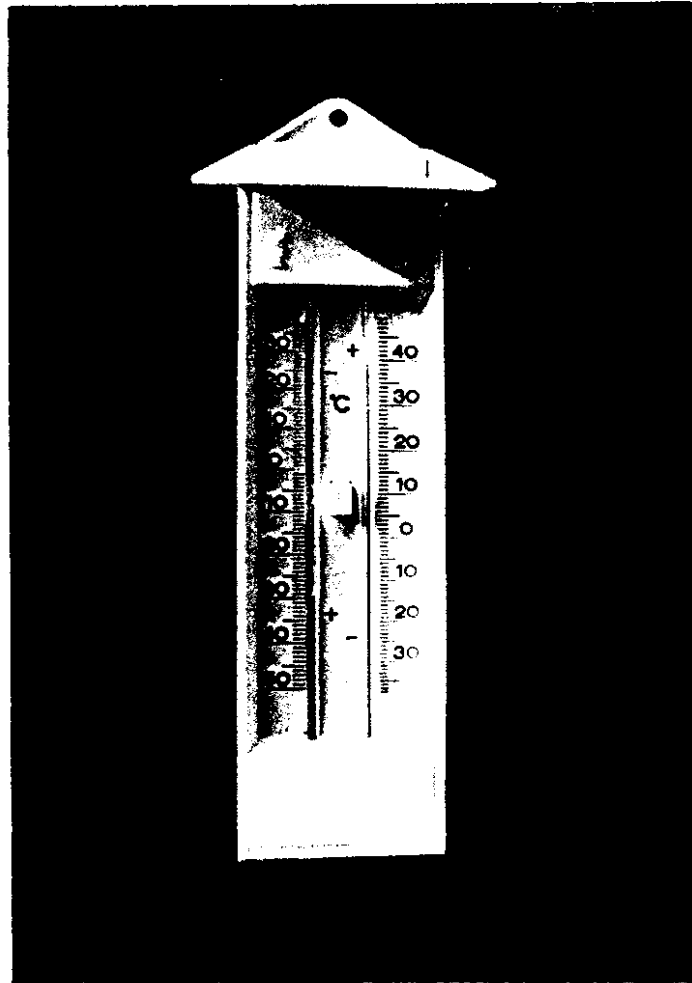




ENVASE CON MEDICION EN MILILITROS PARA OBTENER EL RENDIMIENTO

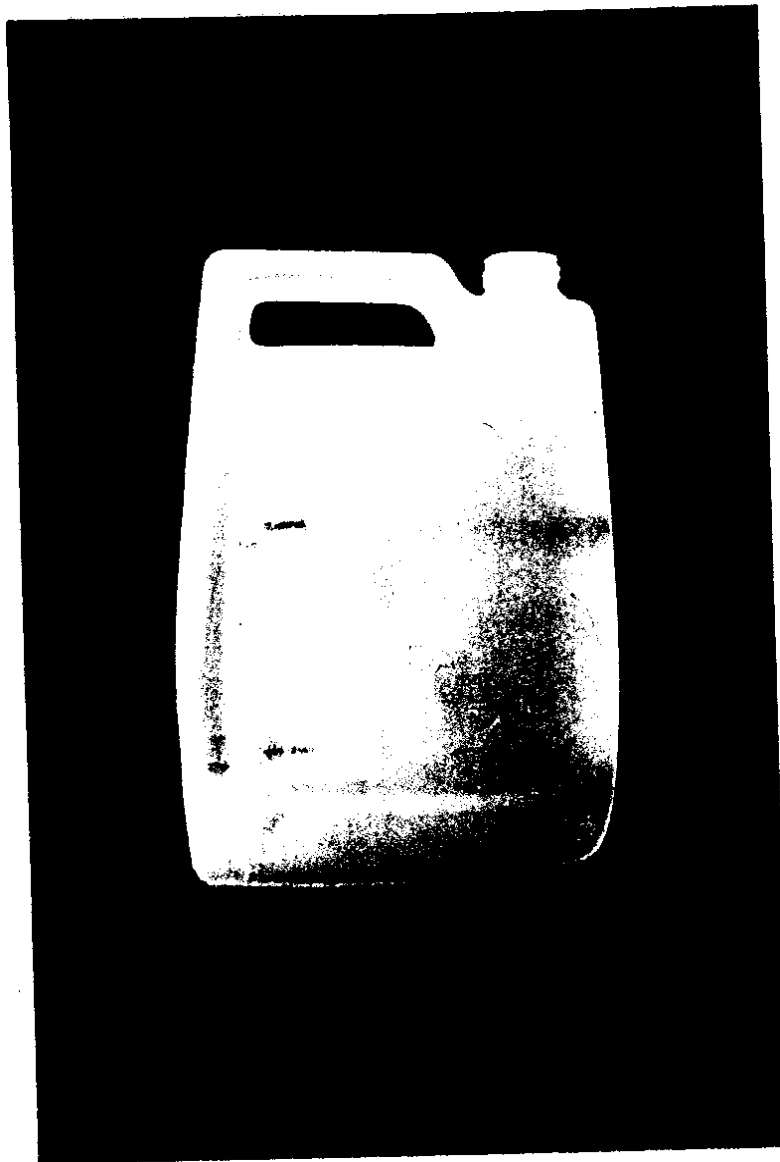
DIARIO DEL PROTOTIPO

FIGURA 48



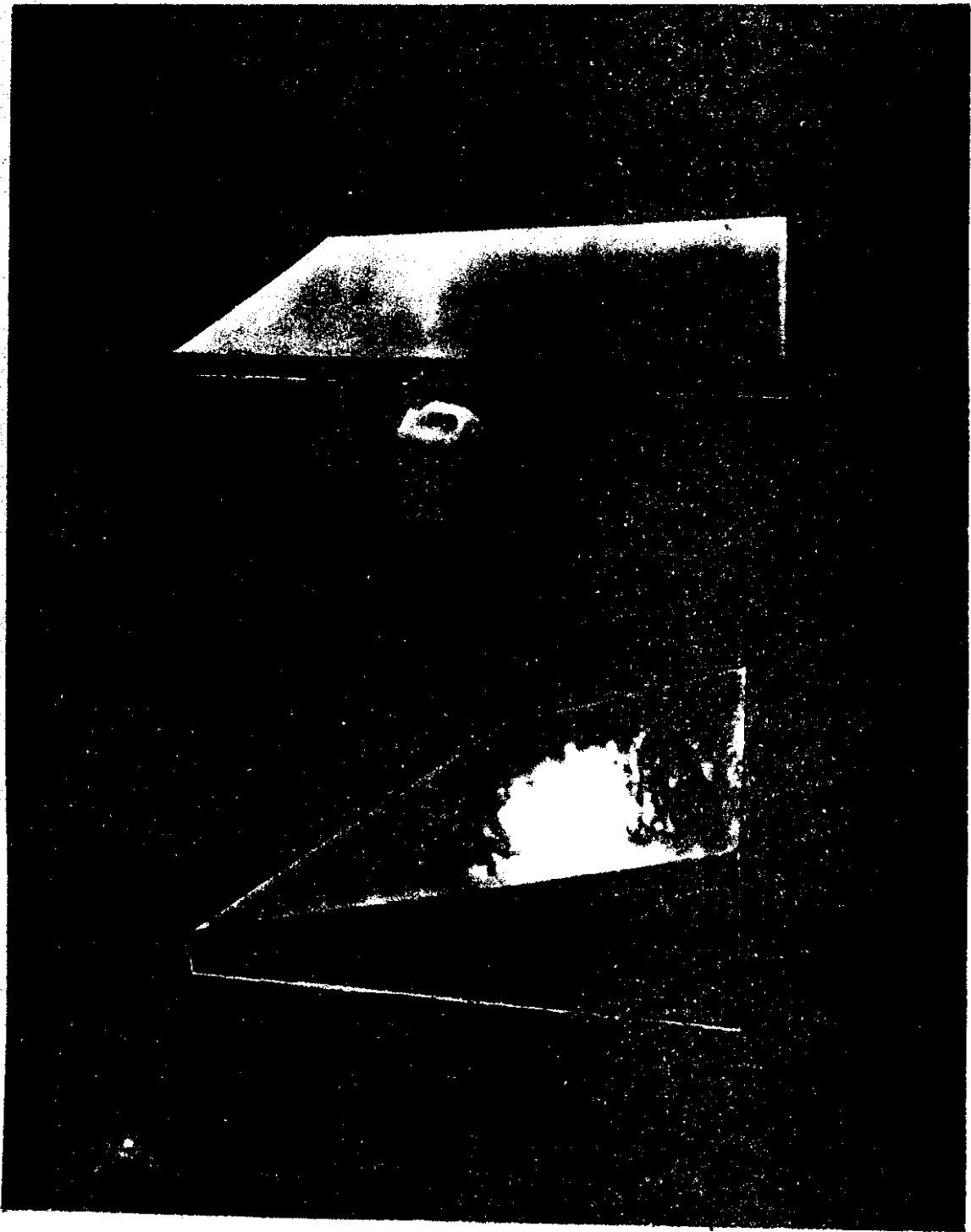
1. TERMOMETRO AMBIENTAL CON TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA

FIGURA 49



3. GALON DE PLASTICO PARA RECIBIR EL AGUA PURIFICADA

FIGURA 50



PROTOTIPO EN FUNCIONAMIENTO

FIGURA 51

RENDIMIENTO DE PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

LUGAR HUEHUETENANGO FECHA 20-26/8/89 ELABORO MP
EXPERIMENTO SR. JOSE VIELMAN GRUPO No. HABITANTE DE CHANTLA (EPSDA U.S.A.C.) HUEHUETENANGO.

LUNES TEMPERATURA MAXIMA 23°C. TEMPERATURA MINIMA 18°C.
NUB. MUCHA LLUVIA REGULAR SOL POCO VIENTO MODERADO
MILILITROS PURIFICADOS 1,975 ML = 1.98 LITROS.

MARTES TEMPERATURA MAXIMA 20°C TEMPERATURA MINIMA 15°C.
NUB. MUCHA LLUVIA REGULAR SOL POCO VIENTO MODERADO
MILILITROS PURIFICADOS 1,750 ML = 1.75 LITROS.

MIERCOLES TEMPERATURA MAXIMA 20°C. TEMPERATURA MINIMA 16°C.
NUB. MUCHA LLUVIA REGULAR SOL POCO VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1,800 ML = 1.8 LITROS.

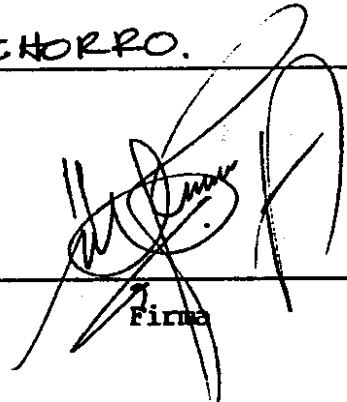
JUEVES TEMPERATURA MAXIMA 22°C. TEMPERATURA MINIMA 18°C.
NUB. REGULAR LLUVIA REGULAR SOL REGULAR VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 2,200 ML = 2.2 LITROS.

VIERNES TEMPERATURA MAXIMA 24°C. TEMPERATURA MINIMA 20°C.
NUB. POCA LLUVIA POCA SOL REGULAR VIENTO REGULAR
MILILITROS PURIFICADOS 3,100 ML = 3.10 LITROS.

RENDIMIENTO TOTAL DE LUNES A VIERNES 10,830 ML. = 10.83 LTS. MLS.

FUENTE DE AGUA CHORRO. 2.17 LTS/DIA PROMEDIO

VERIFICO:


Firma

José Anastasio Vielman
Nombre

RENDIMIENTO DE PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

LUGAR SOLLA FECHA 20/8/89 ELABORO M.P.

EXPERIMENTO M.E.G.M. GRUPO No. 4 EPSDA U.S.A.C.

LUNES TEMPERATURA MAXIMA 26°C TEMPERATURA MINIMA 22°C.
NUB. MUCHA. LLUVIA FUERTE SOL FUERTE VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1990 ML. = 1.99 LITROS.

MARTES TEMPERATURA MAXIMA 19°C. TEMPERATURA MINIMA 17°C.
NUB. MUCHA LLUVIA REGULAR SOL MEDIO VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1.250 ML = 1.25 LITROS.

MIÉRCOLES TEMPERATURA MAXIMA 27°C TEMPERATURA MINIMA 21°C.
NUB. MUCHA LLUVIA REGULAR SOL MEDIO VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1.890 ML = 1.89 LITROS.

JUEVES TEMPERATURA MAXIMA 25°C. TEMPERATURA MINIMA 19°C.
NUB. REGULAR LLUVIA REGULAR SOL MEDIO VIENTO MEDIO.
MILILITROS PURIFICADOS 2.250 ML = 2.25 LITROS.

VIERNES TEMPERATURA MAXIMA 26°C. TEMPERATURA MINIMA 21°C.
NUB. POCA LLUVIA POCA SOL MEDIO VIENTO POCO.
MILILITROS PURIFICADOS 2.500 ML = 2.5 LITROS.

RENDIMIENTO TOTAL DE LUNES A VIERNES 9,880 ML = 9.88 LITROS (MLS)

FUENTE DE AGUA PILA GRANDE 1.97 LITROS/DIA PROM.

VERIFICO:

F. Gómez Melgar
Firma

M. ESTELA GÓMEZ MELGAR
Nombre
EPSDA. 89-II.
Sn. JORGE LA LAGUNA.
SOLLA.

RENDIMIENTO DE PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

LUGAR MUNICIPALIDAD TIQUISATE FECHA 27/8/89 ELABORO E.N./M.R.
EXPERIMENTO EDWIN R. NORMAN R. GRUPO No. JEFE AGUAS MUNICIPALIDAD TIQUISATE. (EPSDA U.S.A.C.)

LUNES TEMPERATURA MAXIMA 31°C. TEMPERATURA MINIMA 25°C.
NUB. REGULAR LLUVIA TARDE. SOL MAÑANA VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1,950 ML. = 1.95 LITROS.

MARTES TEMPERATURA MAXIMA 32°C. TEMPERATURA MINIMA 28°C.
NUB. REGULAR LLUVIA TARDE. SOL MAÑANA VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1,400 ML = 1.40 LITROS.

MIERCOLES TEMPERATURA MAXIMA 31°C. TEMPERATURA MINIMA 26°C.
NUB. REGULAR LLUVIA TARDE SOL MAÑANA VIENTO MODERADO
MILILITROS PURIFICADOS 1,380 ML = 1.38 LITROS.

JUEVES TEMPERATURA MAXIMA 32°C. TEMPERATURA MINIMA 26°C.
NUB. REGULAR LLUVIA POCA/DIA SOL REGULAR VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 1,800 ML = 1.8 LITROS.

VIERNES TEMPERATURA MAXIMA 32°C TEMPERATURA MINIMA 28°C.
NUB. POCA LLUVIA POCA SOL MUCHO VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 2,750 = 2.75 LITROS.

RENDIMIENTO TOTAL DE LUNES A VIERNES 9.28 LITROS = 9,280 MLS.

FUENTE DE AGUA AGUA DE POZO 1.86 LITROS/D PROM.

VERIFICO:

Firma


Edwin R. Norman Ruano
PERITO EN ADMON. DE AGRO-IND.
REGISTRO No. 41,380

Nombre

RENDIMIENTO DE PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

LUGAR ZACAPO FECHA 28/8/89 ELABORO G.P/MP.
EXPERIMENTO GUSTAVO PERDOMO GRUPO No. RESIDENTE ZACAPO (EPSDA U.S.A.C.)

LUNES TEMPERATURA MAXIMA 41°C TEMPERATURA MINIMA 23°C
NUB. X LLUVIA FUERTE SOL X VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 2,900 ML = 2.9 LITROS.

MARTES TEMPERATURA MAXIMA 39°C TEMPERATURA MINIMA 22°C
NUB. MUCHA. LLUVIA REGULAR. SOL X VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 2,500 ML. = 2.5 LITROS.

MIERCOLES TEMPERATURA MAXIMA 41°C TEMPERATURA MINIMA 23°C
NUB. REGULAR. LLUVIA REGULAR. SOL X VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 3,430 ML = 3.43 LITROS.

JUEVES TEMPERATURA MAXIMA 41°C TEMPERATURA MINIMA 23°C
NUB. POCA. LLUVIA POCA. SOL X VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 3,750 ML = 3.75 LITROS.

VIERNES TEMPERATURA MAXIMA 40°C TEMPERATURA MINIMA 23°C
NUB. MODERADO. LLUVIA X SOL X VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 3,665 = 3.67 LITROS.

RENDIMIENTO TOTAL DE LUNES A VIERNES 16,250 ML = 16.25 LITROS MES.

FUENTE DE AGUA CHORRO. 3.25 LITROS/DIA PROMEDIO

VERIFICO:

Gustavo A Perdomo.

Firma

Gustavo A Perdomo S.

Nombre

RENDIMIENTO DE PURIFICADOR SOLAR DE AGUA

LUGAR GUATEMALA. FECHA 8/9/89 ELABORO E.P/MP.
EXPERIMENTO MA. EUGENIA FORRES. GRUPO No. RESIDENTE. (EPSDA U.S.A.C.)

LUNES TEMPERATURA MAXIMA 22°C. TEMPERATURA MINIMA 19°C.
NUB. BASTANTE. LLUVIA REGULAR. SOL POCO. VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 2,010 ML = 2.01 LITROS.

MARTES TEMPERATURA MAXIMA 23°C. TEMPERATURA MINIMA 18°C.
NUB. BASTANTE LLUVIA REGULAR SOL REGULAR VIENTO MODERADO.
MILILITROS PURIFICADOS 2,195 ML. = 2.195 LITROS.

MIERCOLES TEMPERATURA MAXIMA 25°C. TEMPERATURA MINIMA 19°C.
NUB. REGULAR LLUVIA POCA. SOL REGULAR VIENTO REGULAR.
MILILITROS PURIFICADOS 3,500 M. = 3.5 LTS.

JUEVES TEMPERATURA MAXIMA 22°C. TEMPERATURA MINIMA 18°C.
NUB. REGULAR LLUVIA REGULAR SOL POCO VIENTO REGULAR.
MILILITROS PURIFICADOS 2,088 ML = 2.08 LTS.

VIERNES TEMPERATURA MAXIMA 22°C. TEMPERATURA MINIMA 17°C.
NUB. REGULAR LLUVIA POCA SOL REGULAR VIENTO REGULAR
MILILITROS PURIFICADOS 2,420 M. = 2.42 LTS.

RENDIMIENTO TOTAL DE LUNES A VIERNES 12,213 Mts. = 12.21 LTS. MLS.

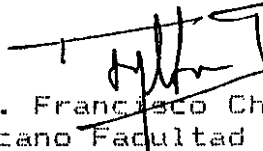
FUENTE DE AGUA POZO PARTICULAR. PROMEDIO 2.25 LTS./DIA.

VERIFICO:

Ma. Eugenia de Penate
Penate

MARIA EUGENIA FORRES DÍEZ DE
PENATE. Nombre

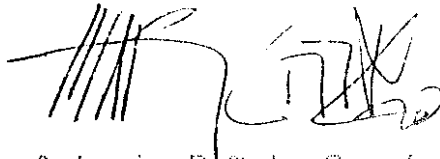
I M P R I M A S E



Arq. Francisco Chavarria Smeaton
Decano Facultad de Arquitectura



Arq. Osmar Eleazar Velasco López
Asesor de Tesis



Marco Antonio Peñate García
Sustentante